



TUGAS AKHIR - TE141599

PROTOTYPE ROBOT AMFIBI UNTUK MONITORING LIMBAH CAIR PADA SUNGAI KAWASAN INDUSTRI

Rahmatullah Hutami Hidayat
NRP 2214 105 021

Dosen Pembimbing I
Dr.Ir. Hendra Kusuma., M.Eng.Sc
Dosen Pembimbing II
Suwito, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - TE141599

**PROTOTIPE ROBOT AMFIBI UNTUK MONITORING LIMBAH CAIR PADA
SUNGAI KAWASAN INDUSTRI**

Rahmatullah Hutami Hidayat
NRP 2214 105 021

Dosen Pembimbing I
Dr.Ir. Hendra Kusuma., M.Eng.Sc
Dosen Pembimbing II
Suwito, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - TE141599

***PROTOTYPE AMPHIBIAN ROBOT FOR MONITORING OF POLLUTION
OF LIQUID WASTE IN RIVER INDUSTRIAL AREA***

Rahmatullah Hutami Hidayat
NRP 2214 105 021

Advisor I
Dr.ir.Hendra Kusuma,, M.Eng.Sc
Advisor II
Suwito, ST., MT.

*Electrical Engineering Department
Faculty of Electrical Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017*

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “**Prototipe Robot Amfibi untuk Monitoring Limbah Cair pada Sungai Kawasan Industri**” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2017

Rahmatullah Hutami H
NRP. 2214105021

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

**PROTOTYPE ROBOT AMFIBI UNTUK MONITORING
LIMBAH CAIR PADA SUNGAI KAWASAN INDUSTRI**

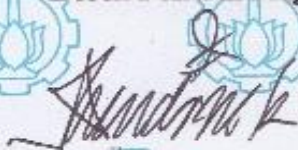
TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Pada
Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc.
NIP. 1964 09 02 1989 03 1003

Dosen Pembimbing II



Suwito, ST., MT.
NIP. 1981 01 05 2005 01 1004



Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

PROTOTYPE ROBOT AMFIBI UNTUK MONITORING LIMBAH CAIR PADA SUNGAI KAWASAN INDUSTRI

Nama : Rahmatullah Hutami Hidayat
Dosen Pembimbing 1 : Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc
Dosen Pembimbing 2 : Suwito, ST., MT

ABSTRAK

Pencemaran limbah dapat menimbulkan kerusakan ekosistem alam dan mengancam kesehatan masyarakat sekitar. Terutama masyarakat dan ekosistem yang berada di sekitar sungai karena tingkat pencemaran sungai akibat adanya limbah akhir cukup tinggi. Selain itu keadaan sungai kawasan industri cenderung sulit dijangkau.

Salah satu solusi alternatifnya yaitu dengan menggunakan robot amfibi yang mampu melakukan monitoring terhadap pencemaran limbah di sungai kawasan industri yang tercemar serta dapat mencapai lokasi yang sulit dijangkau oleh manusia.

Sistem ini berfungsi untuk melakukan monitoring limbah cair pada sungai yang dilengkapi dengan sensor pH, suhu, turbidity, dan GPS. Dengan memanfaatkan kendali *wireless* dari laptop pengguna, robot dapat dikendalikan dengan mudah, dan data sensor langsung akan ditampilkan di laptop.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, di dapat bahwa system prototipe robot amfibi untuk monitoring pencemaran limbah cair ini terdapat *error* pada bagian instrumentasinya yaitu sensor pH dengan *error* rata-rata sebesar 1,47%, sensor suhu sebesar 4,97% dan sensor turbidity 2,105%. Untuk komunikasi wireless jangkauan Xbee Pro untuk *outdoor* sejauh 90 meter dan untuk *indoor* sejauh 50 meter. Serta *error* yang terjadi adalah sebesar 0.000003166%.

Kata Kunci: Robot Amfibi, Monitoring, Visual Studio C#

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

***Prototype Amphibian Robot for Monitoring of Pollution of Lliquid
Waste in River Industrial Area***

Name : Rahmatullah Hutami Hidayat
1st Advisor : Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc
2nd Advisor : Suwito, ST., MT

ABSTRACT

Pollution of waste can cause damage to the natural ecosystem and threaten the health of the surrounding community. Especially communities and ecosystems that are in the vicinity of the river because the level of river pollution due to the final waste is high enough. In addition, the state of the river industrial areas tend to be difficult to reach.

One alternative solution is to use an amphibious robot capable of monitoring the pollution of waste in the rivers of contaminated industrial areas and can reach locations that are difficult to reach by humans.

This system serves to monitor the liquid waste in rivers equipped with pH, temperature, turbidity and GPS sensors. By utilizing the wireless control of the user's laptop, the robot can be controlled easily, and direct sensor data will be displayed on the laptop.

From the results of tests that have been done, the system prototype amphibious robot for monitoring liquid waste pollution have an error on the instrumentation that is pH sensor with error average of 1.47%, temperature sensor of 4.97%, and turbidity sensor 2,105 %. For wireless communications Xbee Pro, the range for outdoor is as far as 90 meters and for indoor is as far as 50 meters. The error is 0.000003166%.

Keywords: Amphibian Robot, Monitoring, Visual Studio C #

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan ucapan terimakasih yang sebesar- besarnya kepada beberapa pihak yang telah memberikan dukungan selama proses pengerjaan tugas akhir ini, antara lain:

1. Dr. Tri Arief Sardjono, S.T.,MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Elektro.
2. Dr. Eng. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Elektro
3. Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing pertama atas bimbingan, inspirasi, pengarahan, dan motivasi yang diberikan selama pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini.
4. Suwito, ST., MT selaku dosen pembimbing kedua, atas masukan dan saran aplikatif yang diberikan selama pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen bidang studi Elektronika Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknologi Elektro ITS.
6. Keluarga penulis ayah , ibu, saudara beserta seluruh keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, semangat, perhatian dan kasih sayangnya.
7. Sandy Akbar Dewangga yang selalu memberi dukungan dan membantu selama ini.
8. Pak Subandi dan mas Vhery yang telah memberi dukungan dan bantuan dalam penyelesaian mekanik robot.
9. Syuhud, Dian, dan Luhung yang telah memberi dukungan dan semangatnya kepada penulis.
10. Seluruh rekan-rekan yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini terdapat banyak kekurangan. Akhir kata semoga melalui tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat berbagi ilmu bagi pembacanya. Amin.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	vii
LEMBAR PENGESAHAN	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
1.7 Relevansi	3
BAB II TEORI PENUNJANG	
2.1 Limbah	5
2.2 Standart Kualitas Air Bersih	6
2.3 Arduino Mega 2560	7
2.4 Baterai Lippo	9
2.5 pH Meter Kit	10
2.6 Lm35	12
2.7 Sensor Turbidity	13
2.8 Xbee Pro	15
2.9 Motor DC	17
2.10 Globsl Position System	18
2.11 <i>Global Positioning System</i> (GPS) Ublox Neo 6M	22
2.12 Driver Motor BTN7960	23
2.13 Driver Motor L298N	24
2.14 Limit Switch	25

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Mekanik.....	28
3.2 Perancangan HMI	29
3.2.1 Diagram Alir Sistem	31
3.3 Perancangan Elektronik	36
3.3.1 Perancangan Terminal Baterai Lippo	36
3.3.2 Rangkaian LCD text 16x2	37
3.3.3 Rangkaian <i>Receiver</i> Xbee Pro	38
3.3.4 Rangkaian <i>Transmitter</i> Xbee Pro.....	39
3.3.5 Rangkaian Modul Sensor pH Meter Kit DF Robot41	
3.3.6 Sensor LM35	42
3.3.7 Sensor Turbidity	44
3.2.8 Rangkaian Limit Switch	45

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Terminal baterai Lippo	47
4.2 Pengujian Sensor pH.....	48
4.3 Pengujian Sensor Suhu LM35	49
4.4 Pengujian Sensor Turbidity	49
4.5 Pengujian GPS	50
4.6 Pengujian Xbee Pro	51
4.7 Pengujian Respon/Kecepatan Sensor.....	52
4.8 Pengujian Sistem Keseluruhan.....	52

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59

DAFTAR PUSTAKA.....	61
----------------------------	-----------

LAMPIRAN

BIOGRAFI

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Fisik Arduino Mega 2560	7
Gambar 2.2 Pin I/O Arduino Mega 2560	8
Gambar 2.3 Battery Lippo.....	9
Gambar 2.4 pH Meter Kit dFRobot	10
Gambar 2.5 Dimensi Probe pH Meter Kit dFRobot.....	10
Gambar 2.6 LM35.....	12
Gambar 2.7 Skematik LM35	12
Gambar 2.8 Bentuk Sensor Turbidity	13
Gambar 2.9. Skematik modul rangkaian sensor Turbidity	14
Gambar 2.10 Xbee Pro	15
Gambar 2.11 Ilustrasi Prinsip Kerja Modul Xbee Pro	15
Gambar 2.12 Alur Data Internal Pada Modul Xbee-PRO(1)	16
Gambar 2.13 Alur Data Internal Pada Modul Xbee-PRO(2)	16
Gambar 2.14 Motor DC	17
Gambar 2.15 Jalur Orbit Satelit	18
Gambar 2.16 GPS U-Blox 6M	22
Gambar 2.17 Bentuk driver motor BTN7960	23
Gambar 2.18 Bentuk dan pin I/O driver motor L298n.....	24
Gambar 2.18 Bentuk <i>Limit Switch</i>	25
Gambar 3.1 Diagram Sistem Secara Keseluruhan	27
Gambar 3.2 Desain Dimensi Prototipe Robot Amfibi.....	28
Gambar 3.3 Desain Baling-Baling Prototipe Robot Amfibi	29
Gambar 3.4 Tampilan HMI Visual C#.....	30
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Kirim Data	31
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Kirim Data (lanjutan).....	32
Gambar 3.7 Skematik <i>Terminal</i> Baterai Li-Po 11,1 Volt dan 5 Volt36	
Gambar 3.8 LCD text 16x2.....	38
Gambar 3.9 <i>Receiver</i> Xbee Pro.....	39
Gambar 3.10 Rangkaian <i>Transmitter</i> Xbee Pro	40
Gambar 3.11 Skematik pH Meter Kit dFRobot	42
Gambar 3.12 Bentuk sensor LM35	43
Gambar 3.13 Skematik sensor LM35.....	43
Gambar 3.14 Skematik Sensor Turbidity	44
Gambar 3.15 Skematik Limit Switch.....	46
Gambar 4.1 Bentuk Keseluruhan Sistem	53
Gambar 4.2 Grafik data pH.....	54
Gambar 4.3 Grafik data suhu	55

Gambar 4.4 Grafik data turbidity..... 55

Gambar 4.5 Hasil Monitoring pH 56

Gambar 4.6 Hasil Monitoring Suhu..... 56

Gambar 4.7 Hasil Monitoring Turbidity 57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Kualitas Air Bersih di Perairan Umum	6
Tabel 2.2 Karakteristik pH Meter Kit dFRobot	11
Tabel 2.3 Format kalimat ID data GPS	19
Tabel 2.4 Format pesan GGA	20
Tabel 2.5 Format pesan RMC	21
Tabel 3.1 Perintah <i>input</i> karakter pada Robot Amfibi	30
Tabel 4.1 Pengujian Tegangan Terminal Li-Po	47
Tabel 4.2 Kalibrasi pH Meter Kit Robot Amfibi	48
Tabel 4.3 Pengujian Sensor Suhu LM35.....	49
Tabel 4.4 Pengujian Turbidity.....	49
Tabel 4.5 Pengujian GPS	50
Tabel 4.6 Pengujian Pengiriman Data Xbee Pro.....	51
Tabel 4.7 Pengujian R4espon/Kecepatan Sensor.....	52
Tabel 4.8 Hasil monitoring titik pertama	53
Tabel 4.9 Hasil monitoring titik kedua.....	53
Tabel 4.10 Hasil monitoring titik ketiga	54
Tabel 4.11 Hasil monitoring titik keempat.....	54
Tabel 4.12 Hasil monitoring titik kelima	54

Halaman Ini Senagaja Dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik dalam skala industri maupun skala rumah tangga. Kehadiran limbah ini tentu saja tidak dikehendaki oleh lingkungan karena sudah tidak memiliki nilai ekonomis lagi. Kehadiran limbah dalam konsentrasi yang cukup besar bisa berdampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Selain itu pencemaran limbah sangat berpotensi merusak ekosistem alam dan menimbulkan bau tidak sedap. Sehingga perlu penanganan yang serius terhadap pengolahan limbah agar pada saat dibuang tidak mengancam lingkungan dan kesehatan masyarakat sekitar.

Berdasarkan data terbaru pencemaran limbah umumnya mudah dijumpai pada ekosistem sungai. Banyak industri dari skala rumah tangga hingga skala besar yang tidak menyaring terlebih dahulu limbah yang mereka buang. Hal tersebut bisa menyebabkan rusaknya ekosistem sungai seperti banyaknya ikan yang mati, timbul bau tidak sedap dari air sungai, rusaknya tumbuhan pada sungai, dll.[1]

Kurangnya pengawasan dari pemerintah khususnya Badan Lingkungan Hidup (BLH) ditambah kurangnya tenaga ahli membuat pengawasan terhadap sungai – sungai pada kawasan industri sangat lemah. Sehingga perusahaan penghasil limbah dapat secara leluasa membuang limbahnya secara sembarangan tanpa diolah terlebih dahulu. Dan juga keadaan sungai yang sulit dijangkau oleh manusia membuat upaya pengawasan terhadap limbah pada sungai akan sulit terealisasi. Salah satu alternatif untuk mempermudah dalam melakukan monitoring pencemaran limbah dapat menggunakan kemampuan prototipe robot amfibi. Prototipe robot amfibi merupakan prototipe robot yang bisa dioperasikan di dua medan yaitu di darat dan di perairan. Nantinya prototipe robot amfibi ini akan memonitoring kondisi air di sungai yang mencakup suhu (Celcius), tingkat keasaman (pH), dan kekeruhan air yang dikendalikan secara wireless. Diharapkan nantinya perancangan prototipe robot ini bisa sangat bermanfaat dalam hal mempermudah monitoring limbah pada sungai sehingga bisa cepat dalam penanggulangan rusaknya ekosistem.

1.2 Rumusan Masalah

Melihat latar belakang di atas, maka dirumuskan permasalahan antara lain :

1. Bagaimana melakukan monitoring limbah cair di lokasi sungai kawasan industri.
2. Bagaimana melakukan monitoring limbah cair di sungai kawasan industri yang sulit dijangkau.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari Prototipe Robot Amfibi untuk Monitoring Limbah Cair pada Sungai Kawasan Industri adalah :

1. Data yang ditampilkan adalah nilai dari ketiga sensor dari limbah yang diukur
2. Interface program di laptop menggunakan Visual C#
3. Kendali *wireless* prototipe robot menggunakan Xbee Pro
4. Harus terhubung internet.
5. Jarak efektif pengendalian prototipe robot yakni 100 meter.

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Merancang dan membuat suatu prototipe robot yang dapat mempermudah proses monitoring limbah di lokasi sungai yang sulit dijangkau
2. Dapat mengetahui tingkat pencemaran limbah pada suatu sungai yang berada pada kawasan industri.

1.5 Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Studi literatur, yaitu studi yang bersumber pada jurnal-jurnal, buku referensi dan *datasheet* komponen yang digunakan dalam Tugas Akhir ini serta berdiskusi dengan dosen pembimbing.
2. Perancangan dan realisasi alat, pada tahap ini dimulai dari perancangan mekanik prototipe robot, rangkaian sensor, hingga fungsi-fungsi sistem yang diinginkan tercapai.
3. Tahap pengujian sistem dan analisa, pada tahapan ini dimulai debugging dengan terlebih dahulu menguji dan mengkalibrasi sensor dan perangkat elektronik lainnya. Kemudian

menggabungkannya menjadi sistem utuh hingga sistem dapat dicapai.

4. Pembuatan laporan mengacu pada perancangan dan realisasi alat, serta hasil dari pengujian alat.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan buku tugas akhir ini, pembahasan mengenai sistem alat yang dibuat disusun dengan sistematika sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN membahas tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah, sistematika penulisan serta relevansi yang digunakan dalam tugas akhir yang dibuat.
2. BAB II TEORI PENUNJANG menjelaskan dasar teori yang berisi tentang konsep yang dijadikan landasan dan mendukung dalam perencanaan serta pembuatan alat yang dibuat.
3. BAB III PERANCANGAN SISTEM dalam bab ini membahas tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) yang terdiri atas rangkaian elektronika, desain mekanik serta perangkat lunak (*software*) yang terdiri atas program yang akan digunakan untuk menjalankan alat tersebut.
4. BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM membahas tentang pengujian alat dan analisa data yang didapat dalam pengujian alat.
5. BAB V PENUTUP berisi tentang kesimpulan alat dari tugas akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini selanjutnya.

1.7 Relevansi

Manfaat dari pembuatan prototipe robot amfibi untuk monitoring limbah cair pada sungai kawasan industri dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Mempermudah tenaga kerja dalam melakukan monitoring limbah cair pada sungai kawasan industri
2. Solusi alternatif untuk monitoring pencemaran limbah cair pada sungai di lokasi sulit dijangkau
3. Dapat membantu menanggulangi pencemaran limbah berbahaya yang dapat merusak lingkungan

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TEORI PENUNJANG

Bab ini membahas mengenai teori penunjang dari peralatan yang digunakan dalam Prototipe Robot Amfibi untuk Monitoring Pencemaran Limbah Cair pada Sungai Kawasan Industri seperti Limbah cair, Standar Kualitas Air Bersih, Arduino Mega, Baterai Li-Po, pH Meter Kit, LM35 Waterproof, Sensor Turbidity, XBee Pro, Motor DC, GPS, Driver Motor BTN7960, Driver Motor L298n, dan Limit Switch.

2.1 Limbah

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Beberapa jenis limbah yang dihasilkan masyarakat antara lain sampah, air kakus (*black water*), dan *grey water*. Limbah padat lebih dikenal sebagai sampah, yang seringkali tidak dikehendaki kehadirannya karena tidak memiliki nilai ekonomis. [2]

Bila ditinjau secara kimiawi, limbah ini terdiri dari bahan kimia senyawa organik dan anorganik. Dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik limbah. Limbah organik termasuk pada jenis limbah yang mudah diuraikan zat-zatnya menjadi partikel-partikel yang berguna untuk lingkungan. Limbah organik bisa berupa sampah rumah tangga, sampah industri yang tidak menggunakan bahan kimia misalnya sampah sayur-sayuran, dan sampah hasil ternak.

Limbah anorganik berasal dari limbah pabrik dan perusahaan-perusahaan yang bergerak pada bidang pertambangan. Sumber daya alam yang tidak mampu untuk diuraikan menjadi partikel-partikel berguna inilah yang dikatakan sebagai limbah anorganik. Limbah industri anorganik yang tidak dapat diuraikan akan berbahaya bagi kesehatan dan menjadi sampah yang tidak berguna bagi manusia maupun lingkungan sekitar. Limbah rumah tangga yang berupa barang bekas seperti plastik, kaleng bekas, dan botol bekas dikatakan sebagai limbah anorganik karena tidak dapat diuraikan.

2.2 Standar Kualitas Air Bersih

Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Air merupakan materi esensial dalam kehidupan, tidak ada satu pun makhluk hidup yang tidak membutuhkan air. Sebagian besar tubuh manusia terdiri dari air. Tubuh manusia rata-rata mengandung air sebanyak 90% dari berat badannya. Air bersih dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan manusia sehingga perlu diketahui bagaimana air dikatakan bersih dari segi kualitas. Standar kualitas air di perairan umum menurut PP No. 2 Tahun 1990 terlihat pada Tabel 2.1. [2]

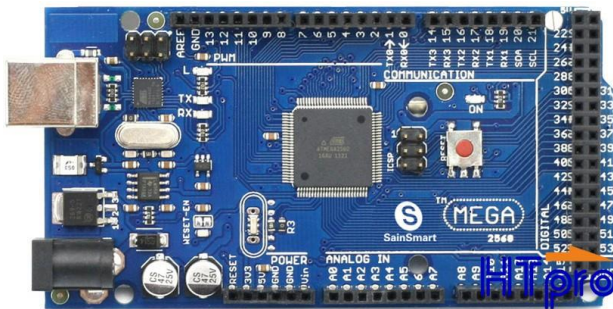
Tabel 2.1 Standar Kualitas Air Bersih di Perairan Umum

No.	Parameter	Satuan
Fisika		
1	Bau	-
2	Jumlah zat padat terlarut	$mgL \square$
3	Kekeruhan	Skala NTU
4	Rasa	-
5	Warna	Skala TCU
6	Suhu	C
7	Daya hantar listrik	$umhoscm \square$
Kimia		
1	Alumunium	$mg\ liter \square$
2	Besi	$mg\ liter \square$
3	Kesadahan $CaCO_3$	$mg\ liter \square$
4	Natrium	$mg\ liter \square$
5	Florida	$mg\ liter \square$
6	pH	$mg\ liter \square$
7	Seng	$mg\ liter \square$
8	Sulfat	$mg\ liter \square$
9	Klorida	$mg\ liter \square$
10	Oksigen Terlarut (DO)	$mg\ liter \square$

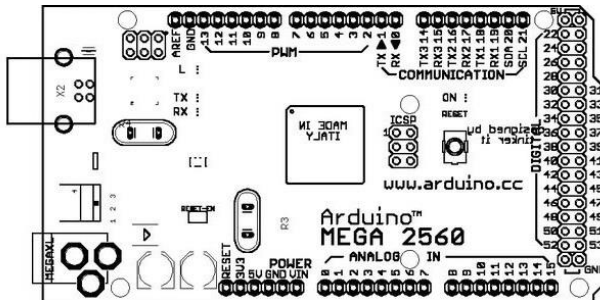
2.3 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 berfungsi untuk memproses dan mengolah data masukan dan untuk menghasilkan sebuah hasil keluaran yang kita kehendaki. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 ditunjukkan pada Gambar 2.1 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital *input/output*, dimana pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 16 pin sebagai *input* analog, dan 4 pin sebagai *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan tombol reset. ATmega 2560 sendiri memiliki 11 *port* dan memiliki jumlah total pin sebanyak 100 pin. Chip tersebut memiliki pin *Serial Data* (SDA) dan *serial Clock* (SCL), 4 komunikasi *serial* dan *pin change interrupt* yang sangat memungkinkan jika digunakan untuk keperluan sistem kendali yang banyak menggunakan sensor dan jalur komunikasi *serial*.

Tegangan yang direkomendasikan untuk men-*supply* Arduino ini berkisar antara 7 Volt hingga 12 Volt. Sedangkan tegangan yang diijinkan antara 6 Volt hingga 20 Volt. Secara keseluruhan pin I/O Arduino Mega 2560 ini ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Bentuk Fisik Arduino Mega 2560



Gambar 2.2 Pin I/O Arduino Mega 2560

Fungsi dari pin-pin Arduino Mega sebagai berikut:

- a. **Vin.** Merupakan tegangan masukan Arduino ketika Arduino menggunakan sumber daya dari luar (sebagai ganti dari sumber daya dari USB atau sumber daya dari regulator).
- b. **5V.** Pin keluaran daya dari regulator 5V. Papan ini dapat disupply dengan daya dari *power-jack* (7-12V), USB(5V), memberikan 21 suppli dari pin 5V, atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator. Dapat membuat kerusakan pada papan Arduino.
- c. **3V3.** Tegangan 3.3V yang dibangkitkan oleh regulator dalam papan. Arus maksimal dari sumber ini adalah 50 mA.
- d. **GND.** Pin ground
- e. **IOREF.** Pin pada papan Arduino ini menghasilkan tegangan referensi yang digunakan papan Arduino dalam beroperasi. Dapat mengoperasikan logika tegangan pada pin I/O dengan tegangan 3.3V dan 5V.
- f. **Aref.** Tegangan referensi yang digunakan untuk referensi *Analog Digital Converter* (ADC).
- g. **Reset.** Disediakan untuk menambahkan tombol reset dari luar.
- h. **Serial.** Digunakan untuk menerima (Rx) dan untuk mengirim (Tx) TTL data serial.
- i. **External Interrupt.** Dapat dikonfigurasi sebagai pin *trigger* sebuah interupsi eksternal, *rising* atau *falling edge*.
- j. **PWM.** Menghasilkan keluaran berupa nilai PWM menggunakan fungsi `analogWrite()`.
- k. **SPI.** Digunakan untuk komunikasi SPI menggunakan pustaka SPI.

2.3 Baterai Li-Po

Baterai Li-Po (*Lithium Polymer*) adalah salah satu jenis baterai yang *rechargeable* yang sering digunakan pada prototipe robot, mobil RC, *helicopter* dan *quadcopter*. Baterai Li-Po tersusun atas sel baterai yang memiliki tegangan sebesar 3,7 Volt dengan voltase maksimum sebesar 4,2 Volt dan voltase minimum sebesar 3,5 Volt tiap selnya. Jika pada baterai Li-Po tertulis keterangan 4s artinya baterai Li-Po tersebut memiliki 4 sel baterai dengan tegangan sebesar 14,8 Volt.

Baterai Li-Po memiliki kapasitas dalam satuan mAH (Miliamp/hour) yang memiliki variasi pada *range* 1000 mAH, 1300 mAH, 2200 mAH, 3000 mAH, 4500 mAH, 5000 mAH dan 6500 mAH. Tertera juga keterangan *discharge* dari baterai Li-Po dengan *range* 20C, 30C, 35C, 50C, dll.

Pengertian *discharge* disini adalah jumlah daya dari baterai yang dapat dikeluarkan dalam waktu bersamaan dengan nilai “C” merupakan perkaliandari kapasitas baterai (mAH). Perhitungan *discharge* dari baterai Li-Po yaitu, sebagai contoh baterai dengan kapasitas 2200 mAH 20C dapat mengeluarkan arus sebesar 44A dalam waktu bersamaan. Contoh bentuk fisik dari baterai Li-Po ditunjukkan pada Gambar 2.3.

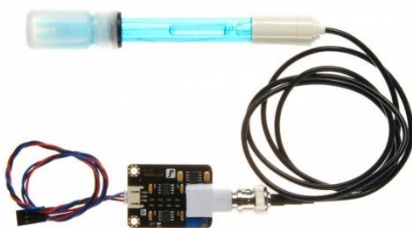


Gambar 2.3 Baterai Li-Po

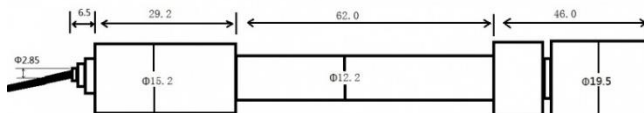
2.4 pH Meter Kit [3]

PH Meter Kit dFPrototipe robot ini berfungsi untuk mengukur kadar pH dari sebuah larutan. Berdasarkan Gambar 2.4, secara fisik sensor ini terdiri dari probe sensor, modul sensor, konektor BNC, dan mini konektor.

Sedangkan dimensi ukuran dari sensor pH ditunjukkan pada Gambar 2.5. Untuk menghubungkannya dengan mikrokontroler sensor ini menggunakan ADC serta VCC dan GND nya. Nilai tegangan dari pembacaan sensor akan di konversi ke data digital dengan memanfaatkan fitur ADC pada mikrokontroler Arduino Mega 2560. Saat pertama kali digunakan perlu delapan jam untuk menstabilkan fungsi sensor ini. Saat tidak digunakan perlu dipasang cairan 3NKCL yang telah dilengkapi pada saat pembelian agar elektroda sensor tetap steril.



Gambar 2.4 ph Meter Kit dFPrototipe robot



Gambar 2.5 Dimensi Probe pH Meter Kit dFPrototipe robot

Sebelum digunakan sensor pH perlu dikalibrasi terlebih dahulu untuk pengukurannya. Pengkalibrasian dapat menggunakan cairan buffer dengan pH 4.00 dan pH 7.00. Kalibrasi bertujuan untuk menyamakan standarisasi dari pembacaan sensor pH yang akan digunakan dengan sensor pH yang sudah standar agar data yang dibaca oleh sensor dapat akurat dan bisa dipertanggung jawabkan.

Untuk perawatan dari probe sensor juga perlu diperhatikan, saat probe mengukur suatu cairan dan kondisi pengukuran telah selesai, ujung probe harus segera dibersihkan dengan menggunakan air sebelum dilakukan pengukuran kembali. Hal ini dimaksudkan agar ujung probe sensor dapat awet dan mengurangi waktu respon dari perubahan nilai pH satu ke pH lainnya. Adapun karakteristik pH meter kit dFPrototipe robot ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Spesifikasi pH Meter Kit diantara lain :

1. *Module Power : 5.00V*
2. *Module Size : 43mm×32mm*
3. *Measuring Range:0-14PH*
4. *Measuring Temperature :0-60 °C*
5. *Accuracy : $\pm 0.1\text{pH}$ (25 °C)*
6. *Response Time : $\leq 1\text{min}$*

Tabel 2.2 Karakteristik pH Meter Kit dFPrototipe robot

Voltage (mV)	pH value	Voltage (mV)	pH value
414.12	0.00	-414.12	14.00
354.96	1.00	-354.96	13.00
295.80	2.00	-295.80	12.00
236.64	3.00	-236.64	12.00
177.48	4.00	-177.48	10.00
118.12	5.00	-118.12	9.00
59.16	6.00	-59.16	8.00
0.00	7.00	0.00	7.00

Gambar 2.7 adalah gambar skematik rangkaian dasar sensor suhu LM35- DZ. Rangkaian ini sangat sederhana dan praktis. Vout adalah tegangan keluaran sensor yang berskala linear terhadap suhu terukur, yakni 10 milivolt per 1 derajat celsius. Jadi jika Vout = 530mV, maka suhu terukur adalah 53 derajat Celcius. Dan jika Vout = 320mV, maka suhu terukur adalah 32 derajat Celcius.

Adapun karakteristik LM35 yakni:

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mV/°C, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam celsius.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5°C pada suhu 25 °C.
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55 °C sampai +150 °C.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 µA.
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (low-heating) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm 1/4$ °C

2.6 Sensor Turbidity [5]

Sensor Turbidity merupakan sensor kekeruhan air dimana dari hasil sensor ini didapatkan nilai kekeruhan berupa satuan TDS. Gambar sensor turbidity yakni pada Gambar 2.8.

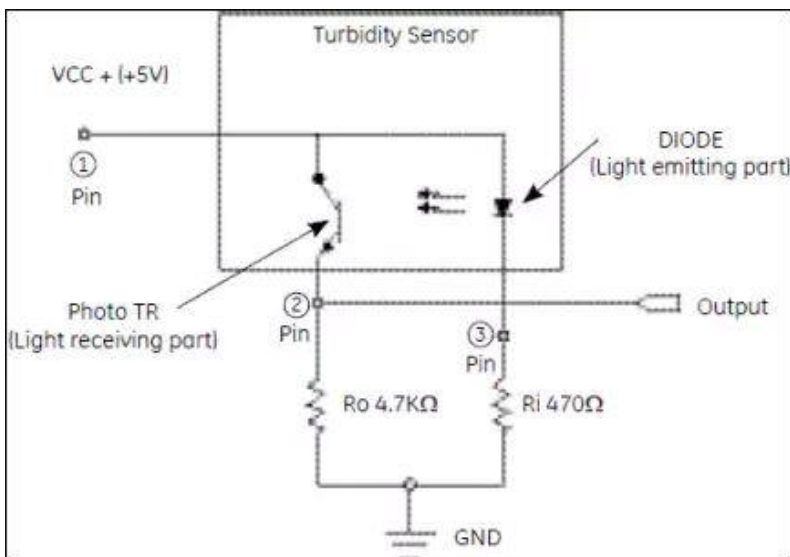


Gambar 2.8 Bentuk Sensor Turbidity

Spesifikasi sensor Turbidity diantara lain :

- *Operating temperature range -30 ~ 80 °C*
- *Storage temperature*
- *range -30 ~ 80 °C*
- *Rated voltage 5VDC Rated current max 30mA*
- *Insulation resistance 100M Ω , 500VDC*
- *Applications to test water turbidity*

Terdapat modul dan sensor pada rangkaian sensor turbidity dalam penggunaan monitoring pencemaran limbah cair. Modul serta sensor turbidity ini berfungsi untuk mendeteksi kekeruhan pada air. Dan berikut gambar 2.9 merupakan skematik diagram pada sensor turbidity.



Gambar 2.9 Skematik modul rangkaian sensor Turbidity

2.7 Xbee Pro [6]

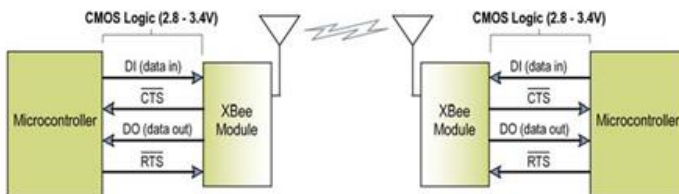
Xbee Pro adalah RF Module (Radio Frequency) yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz. Protokol yang digunakan Xbee Pro yakni Zigbee dan 802.15.4. Xbee Pro merupakan teknologi Zigbee yang berada dalam golongan WPAN (Wireless Personal Area Network) yang memiliki kecepatan transfer sebesar 250kbps. Untuk menggunakan modul Xbee ini minimal membutuhkan 2 buah modul untuk melakukan komunikasi *point to point* atau lebih untuk komunikasi *multipoint*. Bentuk fisik dari Xbee pro ditunjukkan pada Gambar 2.10.

Xbee Pro beroperasi pada tegangan 2.8V – 3.3 V dengan konsumsi arus sebesar 250mA untuk pengiriman data (Tx) dan sebesar 50mA untuk penerimaan data (Rx). Konsumsi tegangan dan arus yang kecil menjadi salah satu keunggulan modul *wireless* ini dibandingkan dengan modul *wireless* lainnya. PIN yang terdapat pada Xbee Pro sebanyak 20 pin namun yang digunakan hanya 6 pin saja yaitu Vcc, Gnd, Reset, Dout (Tx), Din(Rx) dan PWMO/RSSI (Indikator).

Sedangkan Prinsip kerja dan penerimaan data dari modul Wireless Xbee Pro dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.10 Xbee Pro

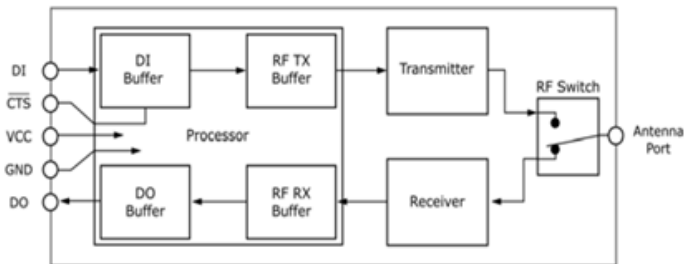


Gambar 2.11 Ilustrasi Prinsip Kerja Modul Xbee Pro

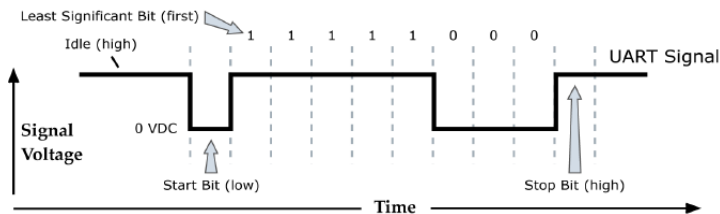
Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pin-pin (Tx) dan (Rx) dari mikrokontroler dapat dikoneksikan langsung ke pin DIN dan DOUT pada Xbee Pro. Data yang masuk ke Xbee Pro melalui DIN akan disimpan terlebih dahulu di DI Buffer dan RF Tx Buffer sebelum ditransmisikan via port antenna menuju Xbee lainnya. Begitu juga sebaliknya dengan data yang diterima melalui port antenna. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.12 dan Gambar 2.13.

Spesifikasi Xbee Pro seri XBP24-Ax1-001 diantara lain :

1. *Power output: 63 mW (+18 dBm) North American version, 10 mW (+10 dBm) International version*
2. *Indoor/Urban range: Up to 300 ft (90 m)*
3. *Outdoor/RF line-of-sight range: Up to 1 mile (1.6 km) RF LOS*
4. *RF data rate: 250 Kbps*
5. *Interface data rate: Up to 115.2 Kbps*
6. *Filtration options: PAN ID, Channel, and 64-bit addresses*
7. *Networking topology: Point-to-point, point-to-multipoint, and peer-to-peer*



Gambar 2.12 Alur Data Internal Pada Modul XBee-PRO (1)



Gambar 2.13 Alur Data Internal Pada Modul XBee-PRO (2)

2.9 Motor DC

Energi mekanik yang dihasilkan oleh motor biasanya digunakan untuk, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik sering juga disebut kuda kerja-nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri. Motor DC memerlukan *supply* tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.

Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Adaun bentuk fialik dari motor DC ditunjukkan pada Gambar 2.14.



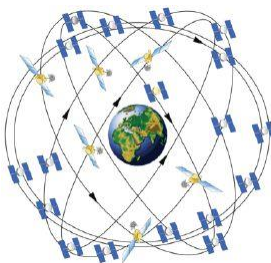
Gambar 2.14 Motor DC

2.10 Global Position System (GPS)

GPS adalah sistem navigasi dan penentuan posisi berbasis satelit yang dapat digunakan oleh pengguna dengan memanfaatkan sinkronisasi satelit, serta didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tigadimensi yang teliti, dan juga informasi waktu secara kontinyu di seluruh dunia. Satelit GPS mengelilingi bumi dengan orbit masing-masing seperti ditunjukkan pada Gambar 2.15, dan merupakan instrument yang luar biasa.

Di mana masing-masing satelit memiliki empat jam atomik yang bekerja pada level satu detik *error* dalam tiga juta tahun. Satelit GPS mengirim deretan kode berdasarkan sinyal waktu yang datang. Tidak dari posisi atau pergerakan.

Format data keluaran GPS ditetapkan oleh *National Maritime Electronic Association* (NMEA) ada lima jenis, yaitu NMEA 0180, NMEA 0812, NMEA 0813, AVIATON, dan PLOTTING. Format data tersebut dapat dibaca oleh komputer melalui komunikasi *serial*. Data keluaran dalam format NMEA 0183 berupa kalimat (*string*) yang merupakan karakter ASCII 8 bit. Setiap awal kalimat diawali dengan karakter "\$", dua karakter *Talker ID*, tiga karakter *Sentence ID*, dan diikuti oleh data fields yang masing-masing dipisahkan oleh koma (,) serta diakhiri oleh *optional checksum* dan karakter *carriage return/line feed* (CR/LF).



Gambar 2.15 Jalur Orbit Satelit

Sebuah GPS mempunyai *Talker ID* berupa GP. Jenis kalimat yang dihasilkan ada beberapa macam, diantaranya adalah kalimat *Recommended Minimum Specific (RMC)*, dan *Global Positioning Fix Data (GGA)* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Bentuk format umum untuk data keluaran dari GPS sebagai berikut:

\$<Alamat>,<Data>*<Checksum>,<CR><LF>

\$: Karakter Awal
 <alamat> : Bagian alamat. “aa” adalah *talker identifier*, “ccc” identitas tipe.
 , : Bagian *delimiter* atau pembatas
 <Data> : Blok data
 * : *Checksum Delimiter*
 <Checksum> : Bagian Checksum
 <CR><LF> : Akhir dari barisan data (*Carriage Return, Line Feed*)

Format NMEA juga mendukung pesan lainnya, yang pertama *Global Positioning Fix Data (GGA)* waktu, posisi, dan tetapan penerima data GPS. Format ini dijelaskan pada Tabel 2.4. Yang kedua adalah *Recommended Minimum Specific GNSS Data (RMC)*. Data waktu, tanggal, posisi, perjalanan dan kecepatan diperoleh dari penerima GNSS. Format ini dijelaskan pada Tabel 2.4.

Format data GGA sebagai berikut:

\$--GGA,hhmmss.ss,llll.lll,a,yyyy.yy,a,x,uu,xxxxxx,,v*hh<CR><LF>

Tabel 2. 3 Format kalimat ID data GPS

\$GNGGA	Waktu, Posisi, dan Perbaikan data yang terkait penerima
\$GNGLL	Waktu, Posisi, dan system perbaikan
\$GNGSA	Digunakan untuk merepresentasikan posisi yang tetap. Ketika kedua GPS dan Beidou
\$GPGSA	Digunakan dalam solusi posisi. Kalimat \$GNGSA digunakan untuk satelit GPS, dan \$GNGSA yang lain digunakan untuk satelit Beidou
\$BDGSA	Ketika hanya satelit GPS yang digunakan untuk Penetapan posisi, \$GPGSA sebagai keluaran. Jika satelit Beidou, maka \$BDGSA sebagai keluaran.
\$GPGSV	Informasi dari satelit terkait <i>azimuth</i> , elevasi, dan CNR. \$GPGSA digunakan untuk satelit GPS

\$BDGSV	dan \$BDGSV untuk satelit Beidou
\$GNRMC	Waktu, tanggal, dan kecepatan perjalanan
\$GNVTG	Perjalanan dan kecepatan relative terhadap tanah
\$GNZDA	UTC, hari, tanggal, dan tahun

Tabel 2. 4 Format pesan GGA

Bagian	Nsms	Deskripsi
Hhmmss.ss	Waktu UTC	Posisi UTS dalam format hhmmss.ss(000000.00-235959.99)
llll,III	Lattitude	Format latitude dalam ddmm.mmmm(Derajat, menit.menit)
A	Indicator	N=Utara, S=Selatan
yyyyy.yyy	Longnitude	Format latitude dalam ddmm.mmmm(Derajat, menit.menit)
A	Indikator	E=Timur, W=Barat
x	Indikator kualitas GPS	0 : belum terkunci tepat 1: posisi valid, mode SPS 2: Posisi valid, mode DGPS
uu	Penggunaan satelit	Jumlah satelit yang digunakan (0-24)
v.v	HDOP	Horizontal Delution of Precision (00.0-99.9)
w.w	Altitude	Ketinggian dari permukaan laut
x.x	Geoidal Speration	Meter
zzzz	ID Stasiun DGPS	0000-1023, null jika ada
hh	Cheksum	

Format data RMC sebagai berikut:

\$--

RMC,hhmmss.ss,x,llll.ll,a,yyyy.yy,a,x.x,u,u,xxxxxx,,v*hh<CR><LF>

Tabel 2. 5 Format pesan RMC

Bagian	Nsms	Deskripsi
hhmmss.ss	Waktu UTC	Posisi UTS dalam format hhmmss.ss(000000.00-235959.99)
x	Status	V= Peringatan navigasi A= Data Valid
llll.ll	Latitude	N=Utara, S=Selatan
a	Indikator	Format latitude dalam ddm.dddmm(Derajat, menit.menit)
Yyyy.yy	Longitude	E=Timur, W=Barat
a	Indikator	Knot(000.0-999.9)
x.x	Kecepatan Permukaan	Sudut perjalanan(000.00-359.99)
u.u	Perjalanan Permukaan	Posisi tanggal UTC ddmmyy
xxxxxx	Tanggal UTC	N=Data tidak valid
v	Indikator Mode	A=Mode Autonomus
Hh	Checksum	D=Mode Diferensial
x.x	Geoidal Speration	E=Estimasi
Zzzz	ID Stasiun DGPS	0000-1023, null jika ada
Hh	Cheksun	

2.11 Global Positioning System (GPS) Ublox Neo 6M

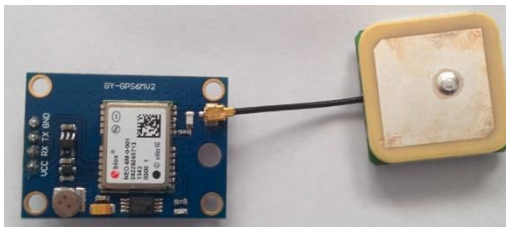
Ublox 6M merupakan modul GPS yang ditunjukkan pada Gambar 2.16 dengan satelit GNSS dan memiliki fitur lengkap yang tersedia dalam standar industri, mudah untuk diintegrasikan dan dikombinasikan. Sumber catu daya ublox 6M dapat menggunakan 3,3 volt atau dapat menggunakan 5 volt. Modul GPS Neo M8 ini menggunakan komunikasi *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART) Transistor-Transistor Logic (TTL) Rx/Tx.

Modul GPS ini adalah keluarga dari *stand-alone GPS receivers* yang memiliki fitur dengan performa tinggi sebagai mesin penentu posisi. Modul *flexible* dan murah ini menawarkan beberapa pilihan koneksi dengan ukuran 16 x 12.2 x 2.4 mm. Dengan arsitektur, power, dan memory yang optimal modul ini sangat cocok untuk device yang menggunakan Baterai sebagai sumber daya dengan biaya dan *space* yang terbatas sehingga sangat cocok untuk digunakan pada CanSat. Dengan memiliki 50 kanal *positioning engine* akan mempercepat Time-To-First-Fix (TTFF) kurang dari 1 detik.

Berikut adalah fitur dan spesifikasi dari modul ini :

Features:

- *Standalone GPS receiver*
- *U-blox NEO-6M GPS module*
- *Under 1 second time-to-first-fix for hot and aided starts*
- *SuperSense® Indoor GPS: -162 dBm tracking sensitivity*
- *Support SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN)*
- *u-blox 6 50 channel positioning engine with over 2 million effective correlators*
- *Anti-jamming technology*
- *Operating temperature range: -40 TO 85°C*
- *UART TTL socket*



Gambar 2.16 GPS U-Blox 6M

Specs:

Dimension : 22mmX30mm

Height : 13mm

Hole dia : 3mm

Weight : 12gAntenna

Socket : IPEXOutput

Protocol : NMEA

Seperti dilihat pada spesifikasi diatas modul ini menggunakan protocol NMEA yaitu suatu *protocol* yang dikeluarkan oleh GPS receiver. Standar NMEA memiliki banyak jenis bentuk kalimat laporan, di antaranya yang paling penting adalah koordinat lintang (latitude), bujur (longitude), ketinggian (altitude), waktu sekarang standar UTC (UTC time), dan kecepatan (speed over ground).

2.12 Driver Motor BTN7960

BTN7960 adalah ditunjukkan pada Gambar 2.17 adalah *integrated high current half bridge* untuk aplikasi *driver* motor. *Driver* ini berisi satu *p-channel* MOSFET pada *highside* dan satu *n-channel* MOSFET pada *lowside* yang terintegrasi menjadi satu. Antarmuka dengan mikrokontroler dibuat mudah oleh produsen dengan fitur *logic level input*, sensor arus, *slew rate adjusmenet*, dan penghasil waktu mati dan proteksi pada kelebihan temperatur, arus, tegangan, hubung pendek dan kurang tegangan.. Tegangan *supply* dari -0,3 Volt hingga 45 Volt. Tegangan *logic* dari -0,3 Volt hingga 5,5 Volt, dengan arus beban maksimal hingga 44 *Ampere*.



Gambar 2.17 Bentuk driver motor BTN7960

2.13 Driver Motor L298N [7]

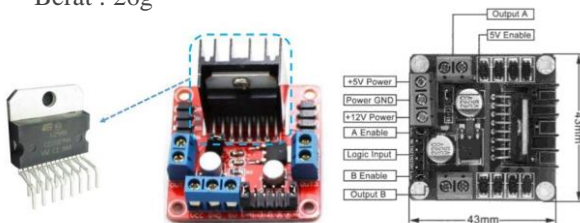
Driver motor L298N merupakan driver motor yang paling populer digunakan untuk mengontrol atau mengendalikan kecepatan dan arah pergerakan motor terutama untuk motor DC. Untuk ic utama yaitu ic L298 merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper. Pada ic L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor stepper. Adapun bentuk dan pin I/O ditunjukkan pada Gambar 2.18.

Keterangan :

- Output A : digunakan untuk dihubungkan ke motor 1
- Output B : digunakan untuk dihubungkan ke motor 2
- A Enable : mengaktifkan driver motor A
- B Enable : mengaktifkan driver motor B
- 5v Enable : mengaktifkan tegangan masukan yaitu 5 Vdc, jika tidak di jumper maka akan digunakan tegangan direct dari +12 V power
- Logic Input : digunakan untuk kendali PWM yang dihubungkan ke Arduino Mega 2560

Spesifikasi dari Modul Driver Motor L298N

- Menggunakan IC L298N (Double H bridge Drive Chip)
- Tegangan minimal untuk masukan power antara 5V-35V
- Tegangan operasional : 5V
- Arus untuk masukan antara 0-36mA
- Arus maksimal untuk keluaran per Output A maupun B yaitu 2A
- Daya maksimal yaitu 25W
- Dimensi modul yaitu 43 x 43 x 26mm
- Berat : 26g



Gambar 2.18 Bentuk dan pin I/O driver motor L298n

2.14 Limit Switch [8]

Limit switch adalah suatu alat yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada suatu rangkaian, berdasarkan struktur mekanik dari *limit switch* itu sendiri. *Limit switch* memiliki tiga buah terminal, yaitu: *central terminal*, *normally close (NC) terminal*, dan *normally open (NO) terminal*. Sesuai dengan namanya, *limit switch* digunakan untuk membatasi kerja dari suatu alat yang sedang beroperasi. Terminal NC, NO, dan *central* dapat digunakan untuk memutuskan aliran listrik pada suatu rangkaian atau sebaliknya. Adapun gambar dan bentuk limit switch ditunjukkan pada Gambar 2.19.



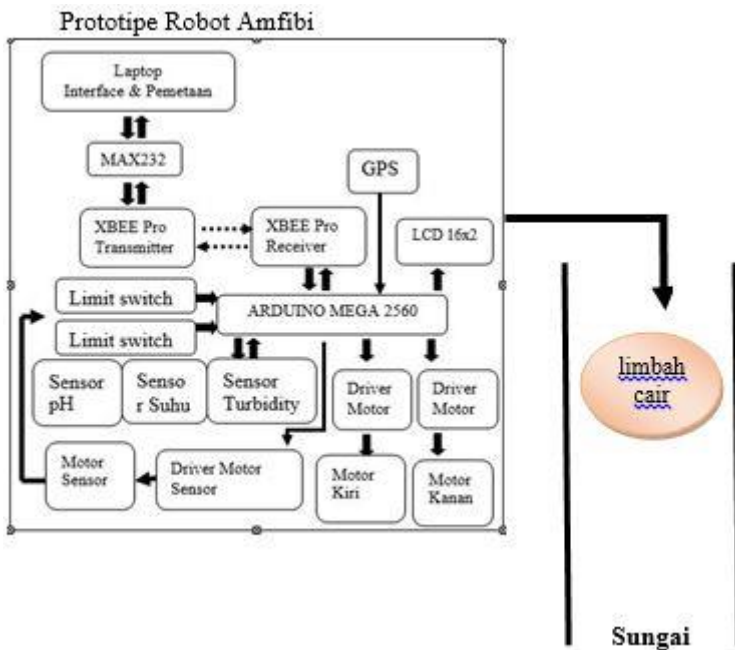
Gambar 2.19 Bentuk *Limit Switch*

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem, mulai dari perancangan perangkat keras yang meliputi perancangan pembuatan sistem mekanik prototipe robot amfibi, pembuatan HMI prototipe robot amfibi, perancangan terminal battery lippo, perancangan transmitter xbee Pro, perancangan receiver xbee Pro, perancangan LCD 16x2, rangkaian sensor yang digunakan, dan perancangan rangkaian limit switch.

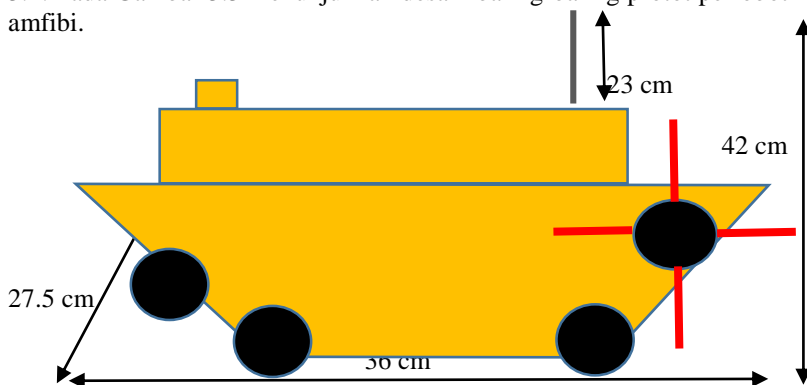


Gambar 3.1 Diagram Sistem Secara Keseluruhan

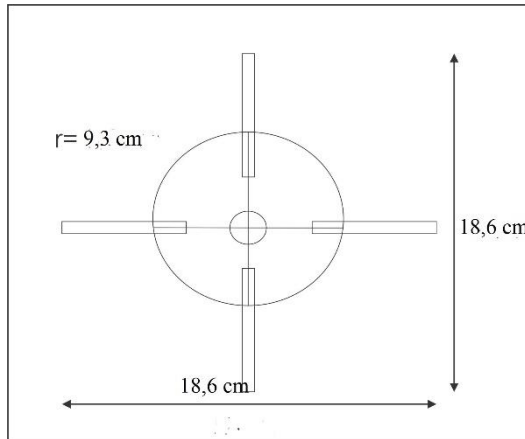
Gambar 3.1 menunjukkan sistem Prototipe robot amfibi yang digunakan. Masukan input perintah dari laptop dihubungkan secara serial pada RS232 menuju xbee pro *transmitter*. Dari xbee pro transmitter secara *wireless* terhubung atau *connect* pada xbee pro receiver dimana xbee pro *receiver* ini langsung terhubung ke mikrokontroller Arduino Mega 2560. Dari input *command* yang diberikan Laptop akan diterima pada mikrokontroller untuk selanjutnya dari mikrokontroller ini terhubung dengan LCD 16x2 untuk menampilkan perintah *command* yang diberikan oleh laptop. Selain LCD 16x2 mikrokontroller terhubung pada driver motor dimana driver motor ini berfungsi untuk menggerakkan motor kanan dan motor kiri sehingga prototipe robot amfibi dapat bergerak serta terhubung dengan driver motor sensor yang berfungsi untuk menaik turunkan sensor sehingga sensor yang digunakan dapat membaca limbah cair. Selanjutnya hasil pembacaan tersebut dikirim kembali menuju laptop. Sedangkan limit switch yang terhubung pada mikrokontroller berfungsi sebagai batas atas sensor naik dan batas bawah sensor turun sekaligus *trigger* untuk mengirim hasil pembacaan sensor ke laptop.

3.1 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik di dominasi dari bahan akrilik yang dibentuk dengan menggunakan teknik cutting dan laser. Dimensi dari prototype prototipe *robot amfibi* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2. Pada Gambar 3.3 menunjukkan desain baling-baling prototipe robot amfibi.



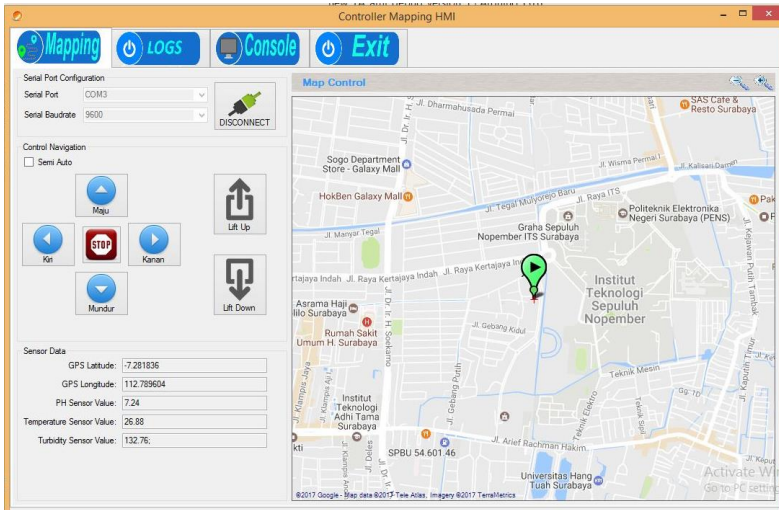
Gambar 3.2 Desain dimensi Prototipe robot amfibi



Gambar 3.3 Desain Baling-Baling Prototipe Robot Amfibi

3.2 Perancangan *Human Machine Interface* (HMI)

Dapat dilihat pada Gambar 3.4 merupakan bentuk tampilan dari *Human Machine Interface* (HMI) yang digunakan untuk mengendalikan prototipe robot amfibi serta menyimpan data sensor yang telah terintegrasi dengan *database* dan mspping. Perancangan *Human Machine Interface* (HMI) menggunakan *software* Visual Studio 2013 dengan bahasa pemrograman C#. Pada *Human Machine Interface*(HMI) digunakan *tool* yang berfungsi mengirim perintah ke mikrokontroler yaitu tombol *connect* dan *disconnect* berfungsi untuk menghubungkan antara laptop dengan prototipe robot amfibi. Tombol *COMPort* berfungsi untuk memilih *COMPort*. Pada tampilan *Human Machine Interface*(HMI) dapat langsung menginputkan karakter perintah pada prototipe robot amfibi. Selain menginputkan perintah *prototipe robot* dapat bergerak secara otomatis dengan mencentang *combobox* gerak otomatis 1 meter. Adapun perintah *input* karakter yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.1.



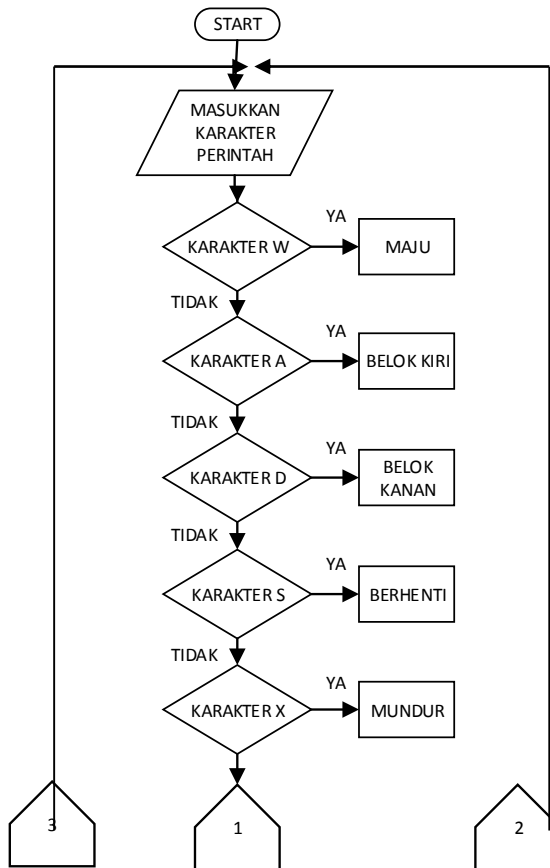
Gambar 3.4 Tampilan *Human Machine Interface* (HMI) Visual C#

Tabel 3.1 Perintah *input* karakter pada prototipe robot amfibi

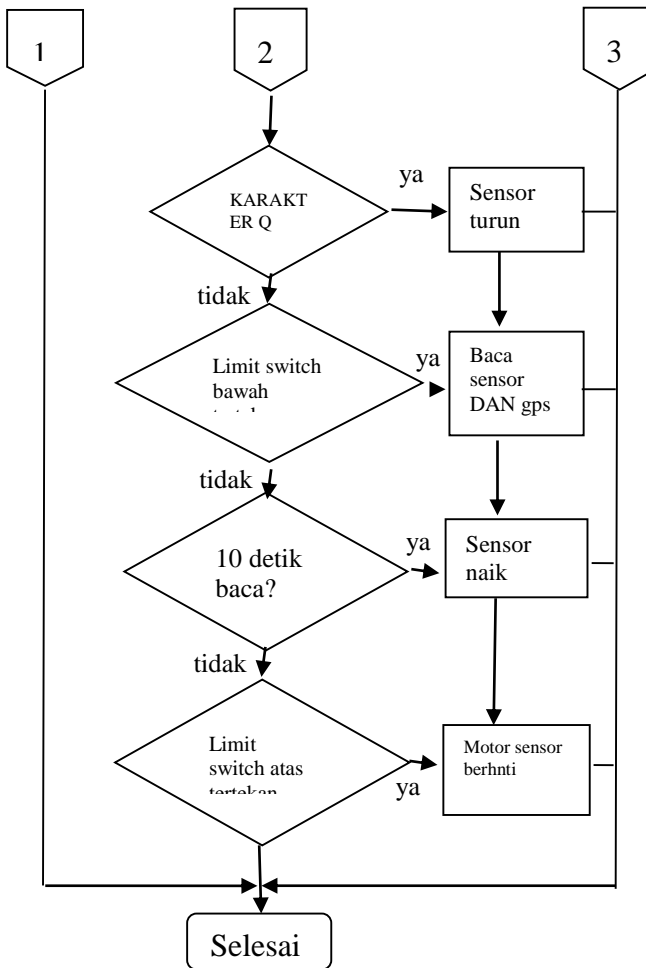
W	<i>PROTOTYPE ROBOT MAJU</i>
A	<i>PROTOTYPE ROBOT BELOK KIRI</i>
S	<i>PROTOTYPE ROBOT BERHENTI</i>
D	<i>PROTOTYPE ROBOT BELOK KANAN</i>
X	<i>PROTOTYPE ROBOT MUNDUR</i>
M	Motor Sensor Naik
N	Motor Sensor Turun
Q	BACA SENSOR

3.2.1 Diagram Alir Sistem

Berdasarkan flowchart yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.6 pengendalian *prototipe robot* ini dilakukan secara *wireless* dengan memanfaatkan prinsip dasar komunikasi serial. Dengan mengirim perintah karakter yakni menggunakan RS 232 dan xbee pro melalui laptop, *prototipe robot* akan bergerak sesuai dengan perintah dari karakter yang telah di inisialisasi sebelumnya.



Gambar 3.5 *Flowchart* Kirim Data



Gambar 3.6 Flowchart Kirim Data (Lanjutan)

Dari diagram alir tersebut dapat diimplementasikan program pada visual studio c#.

```
private void tabControl1_KeyDown(object sender,
KeyEventArgs e)
{
    if (e.KeyCode == Keys.A)
    {
        Btn_Kiri.PerformClick();
    }
    else if (e.KeyCode == Keys.W)
    {
        Btn_Maju.PerformClick();
    }
    else if (e.KeyCode == Keys.D)
    {
        Btn_Kanan.PerformClick();
    }
    else if (e.KeyCode == Keys.S)
    {
        Btn_Stop.PerformClick();
    }
    else if (e.KeyCode == Keys.X)
    {
        Btn_Mundur.PerformClick();
    }
    else if (e.KeyCode == Keys.Q)
    {
        Send_Serial_Command("Q");
    }
}
```

Sedangkan implementasi program dari visual studi c# ke arduino pada arduino mega 2560 ditunjukkan pada program berikut ini.

```

void proceedInput(char c)
{
    if (c == 'Q')
    {
        if(digitalRead(SWITCH1_PIN) == HIGH)
        {
            Serial2.println("!");
            startReadingMode();
        }
    }
    else
    {
        autoMotorSensorMode = true;
        motorSensorDown = true;
        displayLCD("Sensor TURUN");
        gerakMotorSensor(TURUN);
        Serial2.println("?");
        printLog("memulai proses pengambilan data. motor sensor turun
otomatis");
    }
}
else if(c == 'W')
{
    displayLCD("Prototipe robot MAJU");
    gerakMotorKiri(MAJU);
    gerakMotorKanan(MAJU);
    printLog("maju");
}
else if (c == 'X')
{
    displayLCD("Prototipe robot MUNDUR");
    gerakMotorKiri(MUNDUR);
    gerakMotorKanan(MUNDUR);
    printLog("mundur");}

```



```

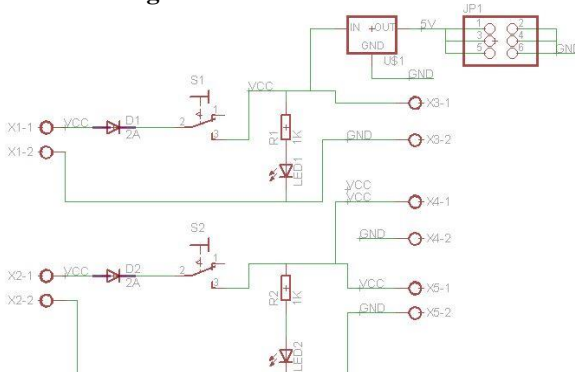
else if(c == 'A')
{
    displayLCD("Prototipe robot KIRI");
    gerakMotorKiri(MUNDUR);
    gerakMotorKanan(MAJU);
    printLog("belok kiri");
}
else if (c == 'D')
{
    displayLCD("Prototipe robot KANAN");
    gerakMotorKiri(MAJU);
    gerakMotorKanan(MUNDUR);
    printLog("belok kanan");
}
else if (c == 'S')
{
    displayLCD("Prototipe robot BERHENTI");
    gerakMotorKiri(BERHENTI);
    gerakMotorKanan(BERHENTI);
    printLog("berhenti");
}
else if (c == 'T')
{
    displayLCD("Prototipe robot MAJU");
    gerakMotorKiri(MAJU);
    gerakMotorKanan(MAJU);
    printLog("maju otomatis");
    delay(10000); //ini waktu maju otomatisnya sampai berapa lama
    displayLCD("Prototipe robot BERHENTI");
    gerakMotorKanan(BERHENTI);
    gerakMotorKiri(BERHENTI);
    printLog("berhenti otomatis");
}
}
displayLCD("Prototipe robot BERHENTI");
gerakMotorKanan(BERHENTI);
gerakMotorKiri(BERHENTI);
printLog("berhenti otomatis");
}

```

3.3 Perancangan Elektronik

Perancangan elektronik dilakukan dengan merancang rangkaian – rangkaian elektronika. Perancangan elektronik ini dimulai dari rangkaian *terminal* baterai Li-Po. Pada terminal baterai li-po ini input dari dua buah baterai dihubungkan pada 3 output keluaran. Untk baterai pertama digunakan untuk sumber tegangan arduino dan sumber tegangan sensor. Dikarenakan input tegangangan sensor sebesar 5 volt maka tegangan diturunkan dahulu dengan menggunakan LM7805. Untuk baterai kedua khusus output dihubungkan pada driver motor. Pada rangkaian LCD 16x2 port dari LCD dihubungkan pada pin digital arduino mega 2560 yakni pada pirann digital (32, 30, 28, 26, 24 dan 22). Untuk komunikasi data, rangkaian *receiver* xbee pro pin DIN pada Xbee Pro dihubungkan dengan pin TX2 dan pin DOUT dihubungkan dengan pin RX2 Arduino Mega 2560. Sedangkan untuk rangkaian *transmitter* xbee pro dihubungkan pada laptop. Agar rangkaian *transmitter* dapat terhubung dengan USB pada laptop perlu suatu konveter tegangan dari RS 232 ke TTL. Konverter tegangan dapat menggunakan IC MAX232. Untuk sensor modul pH meter kit dF robot output data dihubungkan pada pin Analog 0 arduino mega 2560. Sensor LM35 pin output sensor LM35 dihubungkan pada pin Analog 1 arduino mega 2560. Dan untuk sensor turbidity output pin sensor dihubungkan pada pin Analog 3 arduino mega 2560. Sedangkan untuk limit switch pin output di hubungkan pada pin digital 31 untuk switch 1 dan pin digital 33 untuk switch 2.

3.2.1 Perancangan Terminal Baterai Li-Po



Gambar 3.7 Skematik Terminal Baterai Li-Po 11,1 Volt dan 5 Volt

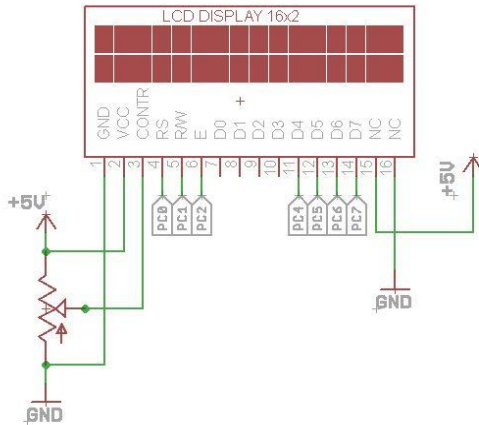
Rangkaian terminal baterai Li-Po bertujuan menyediakan tegangan DC untuk keseluruhan kebutuhan alat yang digunakan. Baterai Li-Po yang digunakan sebanyak 2 buah dengan kapasitas 3s 2200 mAh 30-35C. Karena tiap sell nya baterai Li-Po memiliki tegangan keluaran sebesar 3,2-3,7 *Volt* maka jika baterai memiliki 3sell menjadi $(3,7 \times 3) = 11,1$ *Volt*. Gambar 3.2 adalah rangkaian terminal baterai Li-Po 2200mAh.

Dioda pada terminal baterai Li-Po berfungsi sebagai penyearah arus untuk menghindari adanya arus balik masuk ke baterai yang dapat menyebabkan *short circuit* dan timbul percikan api. Tegangan yang dihasilkan oleh terminal baterai Li-Po yaitu sebesar 12 *Volt* dan 5 *Volt*. Tegangan 12 *Volt* merupakan tegangan asli yang berasal dari baterai Li-Po 3s dan tegangan 5 *Volt* berasal dari *voltage regulator* LM7805. Tegangan 12 *Volt* akan disupply ke *Driver Motor Relay* dan Rangkaian Minimum Sistem sedangkan tegangan 5V akan disupply ke sensor pH meter kit, sensor suhu LM35 dan sensor Turbidity.

3.2.2 Rangkaian LCD Text 16x2

LCD Text 16x2 digunakan sebagai *display* untuk interaksi antara pengguna dengan *prototipe robot amfibi*. Dengan adanya LCD ini pengguna memudahkan dengan mengetahui dari aksi prototipe robot amfibi setelah diberikan instruksi secara *wireless*. Apabila komunikasi terputus dapat dengan mudah diketahui dengan melihat tampilan pada LCD ini. LCD dihubungkan ke Digital dari Arduino Mega 2560 dan ditambahkan potensiometer untuk mengatur kontras dari tampilan LCD. Rangkaian dari LCD ditunjukkan pada Gambar 3.3. Implementasi program pada arduino IDE.

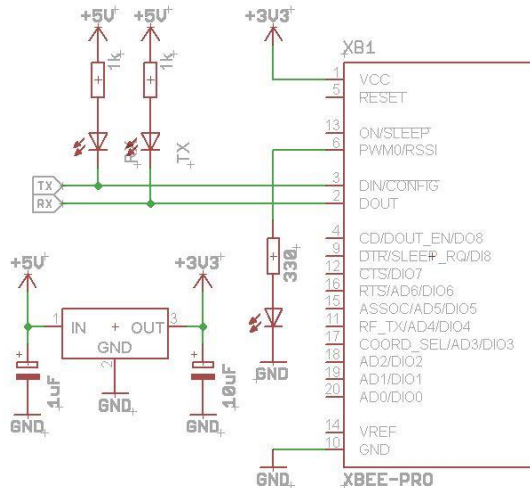
```
LiquidCrystal lcd(32, 30, 28, 26, 24, 22);
void displayLCD(String text)
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print("Enphiro-System");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print(text);
}
```



Gambar 3.8 LCD 16x2

3.2.3 Rangkaian *Receiver* Xbee Pro

Dapat dilihat pada Gambar 3.4 merupakan rangkaian dari *Receiver* Xbee Pro. *Receiver* Xbee Pro ini berfungsi untuk penerima data dari instruksi yang diberikan dari *transmitter* yang dihubungkan ke laptop. Xbee Pro bekerja pada tegangan 3.3 Volt, karena itu diperlukan suatu regulator yang dapat menghasilkan tegangan keluaran 3.3 Volt. Karena apabila terjadi kelebihan tegangan Xbee Pro tidak bisa berfungsi dan bisa membahayakan komponen itu sendiri. Regulator 3.3 Volt yang digunakan yaitu AIC1722 dengan tegangan *input* 5 Volt. Agar Xbee Pro dapat berkomunikasi dengan Arduino mega 2560 pin DIN pada Xbee Pro dihubungkan dengan pin TX2 dan pin DOUT dihubungkan dengan pin RX2 Arduino Mega 2560.



Gambar 3.9 Receiver Xbee Pro

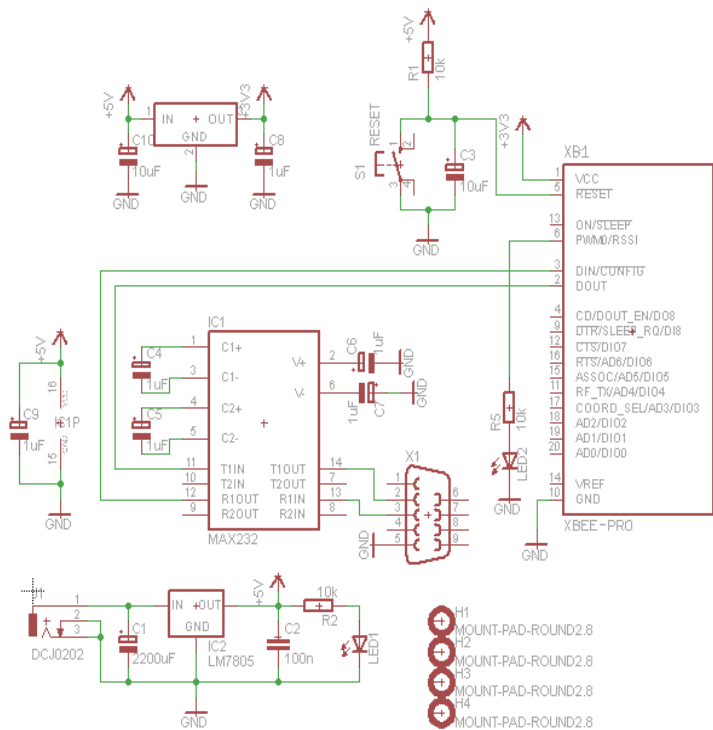
Dari perancangan tersebut dapat diimplementasikan program pada arduino IDE.

```
void proceedInput(char c)
{
    if(c == 'W')
    {
        displayLCD("Robot
        MAJU");
        gerakMotorKiri(MAJU);
        gerakMotorKanan(MAJU);
        printLog("maju");
    }
}
```

3.2.4 Rangkaian Transmitter Xbee Pro

Rangkaian *transmitter* Xbee Pro berfungsi untuk mengirimkan dan data dari laptop ke *prototipe robot*. Agar rangkaian *transmitter* dapat terhubung dengan USB pada laptop perlu suatu konverter tegangan dari RS 232 ke TTL. Konverter tegangan dapat menggunakan IC MAX232 dimana jenis IC rangkaian antar muka *dual RS-232 transmitter/receiver* yang memenuhi semua spesifikasi standar EIA-232-E. Rangkaian dari

transmitter Xbee Pro ditunjukkan pada Gambar 3.5. IC MAX232 hanya membutuhkan *power supply* 5 Volt sebagai catu. IC MAX232 di sini berfungsi untuk merubah level tegangan pada COM menjadi level tegangan TTL



Gambar 3.10 Rangkaian *Transmitter* Xbee Pro

IC MAX232 terdiri atas tiga bagian yaitu *dual charge-pump voltage converter*, *driver RS232*, dan *receiver RS232*.

Rangkaian *transmitter* ini dilengkapi dengan konverter tegangan 5 Volt dan tegangan 3,3 Volt. Konverter tegangan 5 Volt sebagai *supply* untuk IC MAX 232 dan konverter 3,3 Volt sebagai *supply* untuk Xbee Pro. Agar IC MAX232 dapat mengirim dan menerima data melalui Xbee Pro perlu dihubungkan pada pin T1IN ke DOUT dan pin R1OUT ke DIN pada Xbee Pro.

Dari perancangan tersebut dapat diimplementasikan program pada visual studio C#.

```
private void Btn_Mundur_Click(object sender,
EventArgs e)
{
    Send_Serial_Command("X");
}
```

3.2.5 Rangkaian Modul Sensor pH Meter Kit dFPrototipe robot

Modul Sensor pH yang digunakan pada prototipe *prototipe robot* amfibi adalah pH Meter Kit dFPrototipe robot. Gambar 3.6 menunjukkan skematik pada sensor pH Meter Kit dFPrototipe robot.

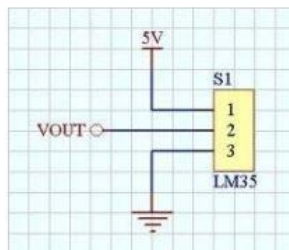
Modul pH meter kit dFPrototipe robot ini berfungsi sebagai penguat dari tegangan yang dihasilkan oleh elektroda pH agar dapat dibaca oleh mikrokontroler. Karena tegangan yang dihasilkan oleh elektroda sangatlah kecil sebesar 5 *miliVolt* maka perlu penguatan menggunakan Op-Amp karena mikrokontroler Arduino mega 2560 hanya dapat membaca input tegangan sebesar 0.5 Volt.

Op-Amp yang digunakan yaitu tipe CA3140AMZ dan tipe TL081BCDG4. Modul juga dilengkapi dengan BNC konektor untuk menghubungkan dengan elektrodanya. Output dari modul pH Meter Kit dFPrototipe robot ini sudah dapat langsung dihubungkan dengan ADC mikrokontroler. [9]

IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk Integrated Circuit (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pegubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar $10 \text{ mV } / ^\circ\text{C}$ yang berarti bahwa kenaikan suhu 1° C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV .



Gambar 3.12 Bentuk sensor LM35



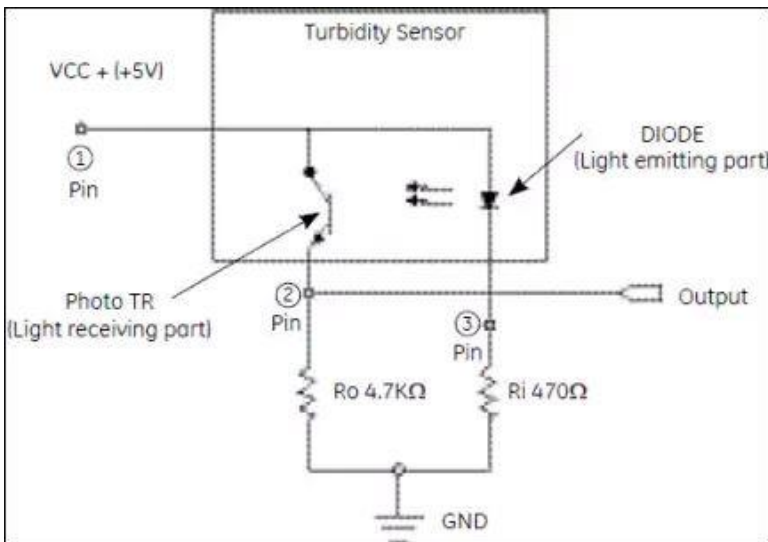
Gambar 3.13 Skematik sensor LM35

Dari rangkaian tersebut dapat diimplementasikan program pada arduino IDE.

```
void readTemperatur()
{
  double val = analogRead(TEMPERATUR_PIN);
  temperatur = val * 5000 / 1023.0 / 10;
}
```

3.2.7 Sensor Turbidity

Seperti bentuk skematik yang ditunjukkan pada Gambar 3.9, sensor Turbidity memiliki 2 komponen yang sensitif sebagai parameter dari akurasi pembacaan sensor tersebut yakni LED dan Photodiode. Led merupakan komponen untuk memancarkan cahaya yang dimana cahaya tersebut diterima oleh Photodiode. Tingkat intensitas cahaya yang diterima oleh photodiode akan memberikan nilai tegangan output yang selanjutnya dapat diinputkan kepada mikrokontroler Arduino mega 2560. Hasil dari output tersebutlah yang merupakan nilai kekeruhann. Sinyal *output* terpengaruh resistansi sensor.



Gambar 3.14 Skematik Sensor Turbidity

Dari rangkaian tersebut dapat diimplementasikan program pada arduino IDE.

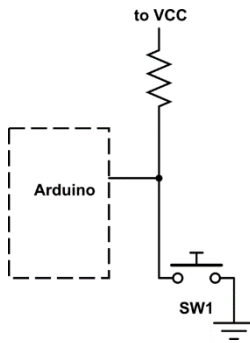
```
void readTurbidity()
{
  double val = analogRead(A3);
  float GEvoltage = val*(5.0/1023.0);
  turbidity = ((-197.03 * pow (GEvoltage, 3.0)) + (2112.5 * square
(GEvoltage)) - (8062.4 * GEvoltage) + 10878);
  if(turbidity<500)
  {
    turbidity=500;
  }
  turbidity=(turbidity-500)/100;
}
```

3.2.8 Rangkaian *Limit Switch*

Pada Gambar 3.10, dapat dilihat skematik rangkaian *limit switch* yang apabila limit switch tertekan maka akan mengirimkan sinyal HIGH pada arduino sehingga dapat menjadi input *logic*. Dari input logic tersebut dapat diperintahkan untuk menggerakkan motor sensor untuk naik maupun turun.

Dari rangkaian ini dapat diimplementasikan program pada arduino IDE.

```
if(digitalRead(SWITCH1_PIN) == HIGH)
{
  Serial2.println("!");
  startReadingMode();
}
else
{
  autoMotorSensorMode = true;
  motorSensorDown = true;
  displayLCD("Sensor TURUN");
  gerakMotorSensor(TURUN);
  Serial2.println("?");
  printLog("memulai proses pengambilan data. motor
sensor turun otomatis");
}
```



Gambar 3.15 Skematik *Limit Switch*

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Untuk mengetahui apakah tujuan-tujuan dari pembuatan alat ini telah tercapai atau belum, maka perlu dilakukannya sebuah pengujian dan analisa terhadap alat yang telah dibuat. Dan sebagai acuan yang tidak terpisahkan adalah adanya proses evaluasi sehingga akan dapat dilakukan langkah-langkah positif guna membawa alat ini kearah yang lebih baik.

4.1 Pengujian *Terminal Baterai Li-Po*

Pengujian pertama merupakan pengujian pada rangkaian *Terminal Baterai Li-Po*. Baterai lipo yang digunakan yakni baterai lipo 2200 mAh 30C dan baterai lipo 2200 mAh 25 C dimana pada baterai lipo pertama dapat mengeluarkan arus sebesar 66A dan tegangan sebesar 11.1 volt sedangkan pada baterai lipo kedua dapat mengeluarkan arus maksimal sebesar 55A serta tegangan sebesar 11.1 volt Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran sebesar 5 Volt, dan 11,1 Volt pada saat tidak ada beban dan saat diberi beban. Beban yang dimaksud adalah pada keseluruhan sistem yang digunakan pada prototipe robot amfibi. Hasil pengukuran tegangan pada *terminal baterai Li-Po* dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dari data pengukuran didapatkan data pengukuran yang mendekati nilai yang diharapkan. Dengan hasil ini dapat diketahui *error* keluaran dari rangkaian *terminal baterai Li-Po* saat tanpa beban dan ada beban.

Tabel 4.1 Pengujian Tegangan Terminal Li-Po

Output	Pembacaan		Arus	R (ohm)	Error Volt(%)	
	Tanpa Beban	Berbeban	Berbeban		Tanpa beban	Berbeban
5 Volt	5	4.92	4mA	123	0%	1.6%
11.1 Volt	11,1	10,08.	8mA	135	0%	9.1%

4.2 Pengujian Sensor pH

Pengujian kedua merupakan pengujian sensor PH Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai sensor PH terhadap cairan *buffer*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur nilai pH menggunakan sensor PH meter kit dan sensor PH yang telah terstandar (PHS-3D-02 Lab. pH Meter). Dimana nilai yang dihasilkan dari kedua sensor tersebut dapat dibandingkan nilainya dan dicari persentase *error* sensor pH meter kit terhadap sensor PH yang telah terstandarisasi. Hasil pengukuran nilai pH dapat dilihat pada Tabel 4.2. Dari data pengukuran didapatkan data pengukuran yang mendekati nilai yang diharapkan.

Dari pengujian didapat *error* rata-rata sebesar 1.47% anatara pH Meter Kit Robot Amfibi dengan pH Meter yang telah terstandarisasi. Namun hal tersebut tidak terlalu dipermasalahakan karena masih berada dalam toleransi kesalahan dari cairan buffer itu sendiri.

Error yang dihasilkan bisa karena faktor dari merek dan rangkaian pen.guat dari masing-masing sensor itu sendiri dan juga faktor catu daya yang digunakan, untuk pH Meter Kit Robot Amfibi menggunakan baterai Li-Po dan pH Meter Standar menggunakan adaptor power supply.

Tabel 4.2 Kalibrasi pH Meter Kit Robot Amfibi

Larutan Buffer pH 4.00			
No	pH Meter Kit	Sensor pH Standar	Kesalahan (%)
1	4.263959	4.12	3.49%
2	4.246193	4.15	2.31%
3	4.192893	4.14	1.27%
Rata-rata			2.69%

Larutan Buffer pH 7.00			
No	pH Meter Kit	Sensor pH Standar	Kesalahan (%)
1	7.012121	7.01	0.03%
2	7.029521	7.02	0.13%
3	7.08172	7.04	0.59%
Rata-rata			0.25%

4.3 Pengujian Sensor Suhu LM35

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Suhu LM35

No	Standart	Sensor LM 35	Kesalahan (%)
	Thermometer suhu	Suhu LM35	
1	70,2 Celcius	71,29 Celcius	1,55 %
2	61,3 Celcius	50,89 Celcius	16.982 %
3	51,4 Celcius	52,13 Celcius	1.42 %
4	35.1 Celcius	33,98 Celcius	3.19 %
5	26,4 Celcius	26,86 Celcius	1.742 %
Rata-rata			4.97%

Pengujian ketiga merupakan pengujian sensor suhu LM 35. Pengujian dilakukan dengan menggunakan pengujian pada air yang dipanaskan lalu dibandingkan dengan thermometer yang sudah terstandarisasi. Adapun hasil yang ditunjukkan pada pengujian sensor suhu dan thermometer yakni pada Tabel 4.3.

Dari hasil pengujian yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan yaitu nilai yang ditunjukkan pada sensor suhu LM35 tidaklah jauh berbeda dari alat ukur thermometer standart. Tetapi pada suhu tertentu hasil *error* yang didapatkan cukup signifikan dikarenakan perubahan suhu yang terjadi pada LM35 terlalu cepat dan sumber tegangan sensor yang tidak stabil menyebabkan perbedaan pengukuran suhu yang dihasilkan.

4.4 Pengujian Sensor Turbidity

Pengujian ketiga merupakan pengujian sensor Turbidity. Pengujian bertujuan untuk mengetahui nilai turbidity dalam satuan NTU pada cairan NTU dan sensor Turbidity yang dibuat. Adapun hasil pengujian sensor Turbidity ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengujian Turbidity

Larutan NTU 10		Kesalahan (%)
Turbidity Kit	Sensor turbidity Standar	
10.26	10.12	0.279 %
11.24	10.15	2.173 %
12.19	10.14	4.088 %
Rata-rata		2.18 %

Larutan NTU 100		
Turbidity Kit	Sensor turbidity Standar	Kesalahan (%)
100.03	100.01	0.02 %
102.10	100.02	2.07 %
105.08	101.04	4 %
Rata-rata		2.03%

Dari hasil pengukuran diatas didapatkan bahwa nilai dari kekeruhan (NTU) alat standart (Oakton T-100 Handheld) dan turbidty kit tidak jauh berbeda yakni hanya 2.105%. Semakin pekat ata semakin keruh cairan maka akan semakin besar pula nilai NTUnya.

4.5 Pengujian GPS

Pengujian keempat yakni pengujian keakuratan GPS. Hasil koordinat GPS yang didapat akan dibandingkan dengan hasil koordinat yang didapat di Handphone Android (Oppo F1S). Lokasi pengambilan dilakukan dititik yang sama. Adapun hasilnya yakni pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Pengujian GPS

Koordinat Ublox 6M	Koordinat Handphone	Kesalahan Error %
Lat=-7.281930 Long=112.789573	Lat=-7.281931 Long=112.789574	0.00137326% 0.0000886607%
Lat=-7.281922 Long=112.789566	Lat=-7.28194 Long=112.78958	0.0247187% 0.001.24125%
Lat=-7.281926 Long=112.789573	Lat=-7.281929 Long=112.78959	0.00411979% 0.00150723%
Koordinat Ublox 6M	Koordinat Handphone	Kesalahan Error %
Lat=-7.281920 Long=112.789575	Lat=-7.281925 Long=112.789563	0.00686632% 0.0010639%
Lat=-7.281940 Long=112.789566	Lat=-7.281946 Long=112.789560	0.00823956% 0.00053196%

Koordinat Ublox 6M	Koordinat Handphone	Kesalahan <i>Error</i> %
Lat=-7.281937 Long=112.789579	Lat=-7.281931 Long=112.789581	0.008.2396% 0.000177321%
Lat=-7.281899 Long=112.789581	Lat=-7.281889 Long=112.789590	0.013733% 0.000797946%

Dari hasil pengujian GPS yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 didapatkan bahwa nilai hasil yang didapat dari modul GPS U-Blox 6M memiliki keakuratan yang cukup tinggi dengan rata-rata *error* akurasi dari latitude sebesar 0.00003335% dan longitude sebesar 0.000003166%.

4.6 Pengujian Xbee pro

Pengujian keempat merupakan pengujian Xbee Pro. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak dari jangkauan Xbee Pro. Metode yang digunakan yakni laptop mengirim data karakter secara terus menerus kemudian data akan diterima oleh rangkaian *Receiver* dari Xbee Pro.[10]

Tabel 4.6 Pengujian Pengiriman Data Xbee Pro

No	<i>Outdoor</i>		<i>Indoor</i>	
	Jarak	Keterangan	Jarak	Keterangan
1	1 meter	Ok	1 meter	Ok
2	5 meter	Ok	5 meter	Ok
3	15 meter	Ok	15 meter	Ok
4	25 meter	Ok	25 meter	<i>Delay</i> 3 detik
5	35	Ok	35	<i>Delay</i> 6 detik
6	50	Ok	50	Gagal
7	75	<i>Delay</i> 2 detik	75	Gagal
8	90	<i>Delay</i> 5 detik	90	Gagal
9	100	Gagal	100	Gagal
10	105	Gagal	105	Gagal

Dari data hasil diatas didapatkan bahwa jarak dari Xbee Pro kurang dari 90 meter koneksinya akan terputus untuk *outdoor* dan 50 meter untuk *indoor*. Hal tersebut dikarenakan *Baudrate* yang digunakan sesuai dengan standar komunikasi serial yaitu sebesar 9600. Baudrate merupakan kecepatan transfer data pada suatu sistem yang menggunakan komunikasi serial sebagai media transmisinya. Apabila jangkauan dari Xbee Pro ingin di tambah maka setting Baudrate pada robot amfibi dan *Human Machine Interface*(HMI) harus diubah menjadi lebih rendah nilainya misalnya 4800. Besarnya nilai Baudrate memiliki pengaruh langsung terhadap catu daya. Beban yang di catu menjadi lebih besar sehingga baterai Li-Po yang digunakan akan cepat habis.

4.7 Pengujian Respon/Kecepatan Sensor

Pada pengujian ini dilakukan perhitungan waktu pengambilan data sensor dari proses mekanik menurunkan sensor sampai sensor dapat membaca dan mengirimkan hasil monitoring kepada laptop. Adapun hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengujian Respon/Kecepatan Sensor

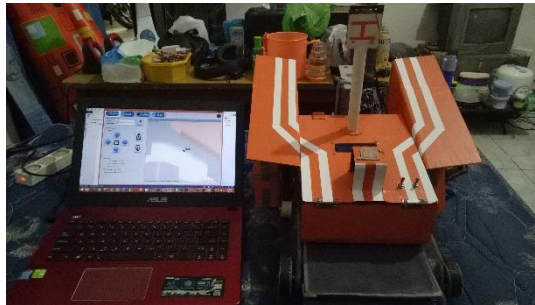
latitude	longitude	pH	Suhu(C)	Turbidity (NTU)	Waktu (detik)
-7.289003	112.798339	2.08	30.30	46.93	72
-7.289001	112.798370	2.12	30.30	46.23	77
-7.289024	112.798408	2.17	30.30	46.55	70
-7.289020	112.7983867	2.25	30.30	46.67	70
-7.28902	112.79847	2.36	30.30	46.43	74
Rata-rata					72.6

4.8 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pada pengujian sistem secara keseluruhan semua perangkat baik rangkaian *receiver* serta rangkaian pendukung dan sensor semua dipasangkan pada robot amfibi.

Dari bentuk keseluruhan sistem yang ditunjukkan pada gambar 4.1, pengujian dilakukan dengan menggunakan sebuah laptop yang terhubung dengan rangkaian *transmitter* yang terhubung dengan mikrokontroler. Pada robot pergerakan robot dikendalikan dengan laptop menggunakan tampilan *Human Machine Interface*(HMI). Data yang didapatkan oleh sensor diolah di mikrokontroler pada robot dan selanjutnya data hasil pengukuran tersebut dikirim ke laptop lagi dengan

interval pengambilan data pada tiap titik selama 1 jam dan ditampilkan di HMI . Pengujian ini dilakukan di sungai rungkut industri SIER. Berikut data hasil monitoring selama 5 jam pada sungai kawasan rungkut industri SIER. Pada pengujian pada lima titik pada lokasi sungai rungkut industri SIER. Adapun hasil monitoring ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan hasil monitoring per titik ditunjukkan pada Tabel 4.8, Tabel 4.9, Tabel 4.10, Tabel 4.11, dan Tabel 4.12. Serta grafik pH ditunjukkan pada Gambar 4.2, grafik suhu pada Gambar 4.3, dan grafik turbidity pada Gambar 4.4. Sedangkan untuk hasil peta pH pada Gambar 4.5, peta suhu pada Gambar 4.6, dan peta turbidity pada Gambar 4.7.



Gambar 4.1 Bentuk Keseluruhan Sistem Titik Pertama

Tabel 4.8 Hasil monitoring titik pertama

Lattitude	Longtitude	pH	Suhu(C)	Turbidity (NTU)	Waktu
-7.330099	112.758132	9.57	34.70	19.26	07/22/2017 09:06:10

Titik Kedua

Tabel 4.9 Hasil monitoring titik kedua

Lattitude	Longtitude	pH	Suhu(C)	Turbidity (NTU)	Waktu
-7.330014	112.75792	9.52	33.76	19.5	07/22/2017 10:10:07

Titik Ketiga

Tabel 4.10 Hasil monitoring titik ketiga

Lattitude	Longtitude	pH	Suhu(C)	Turbidity (NTU)	Waktu
-7.329971	112.757732	9.78	35.79	19.54	07/22/2017 11:18:05

Titik Keempat

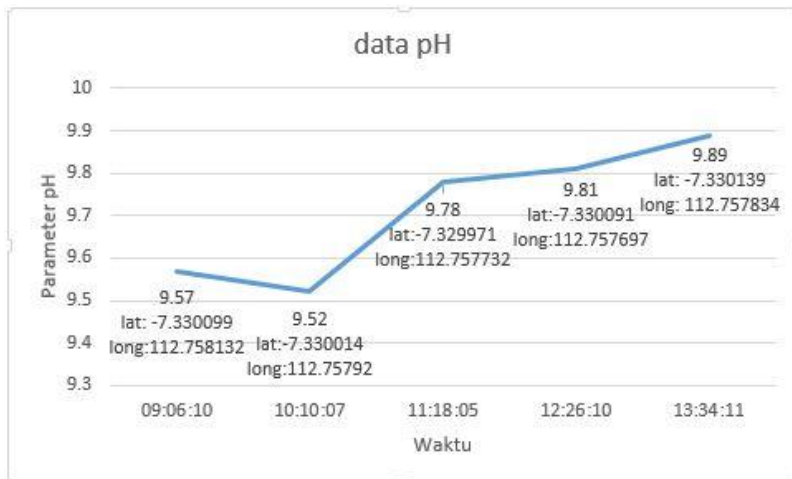
Tabel 4.11 Hasil monitoring titik keempat

Lattitude	Longtitude	pH	Suhu(C)	Turbidity (NTU)	Waktu
-7.330091	112.757697	9.81	35.81	19.60	07/22/2017 12:26:10

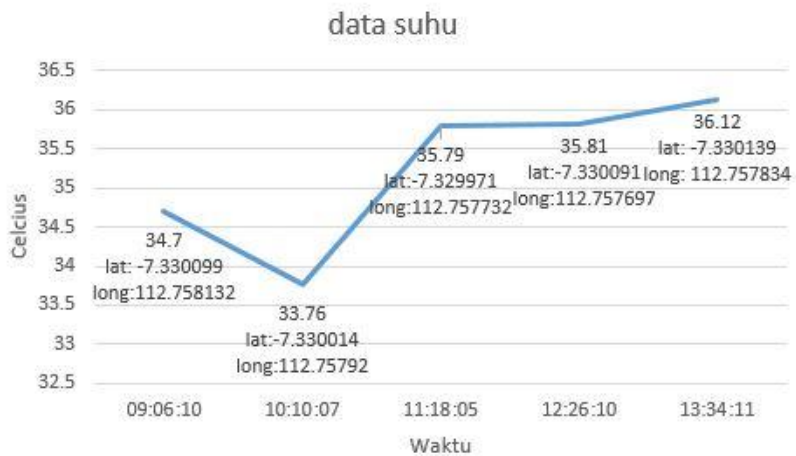
Titik Kelima

Tabel 4.12 Hasil monitoring titik kelima

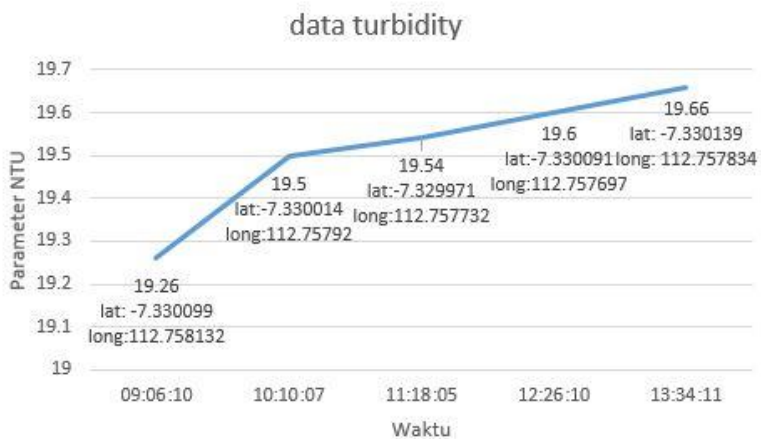
Lattitude	Longtitude	pH	Suhu(C)	Turbidity (NTU)	Waktu
-7.330139	112.757834	9.89	36.12	19.66	07/22/2017 13:34:11



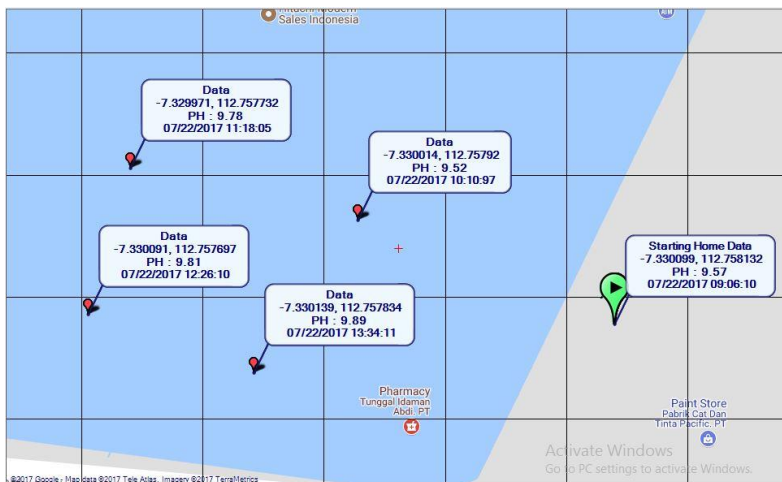
Gambar 4.2 Grafik data pH



Gambar 4.3 Grafik data suhu



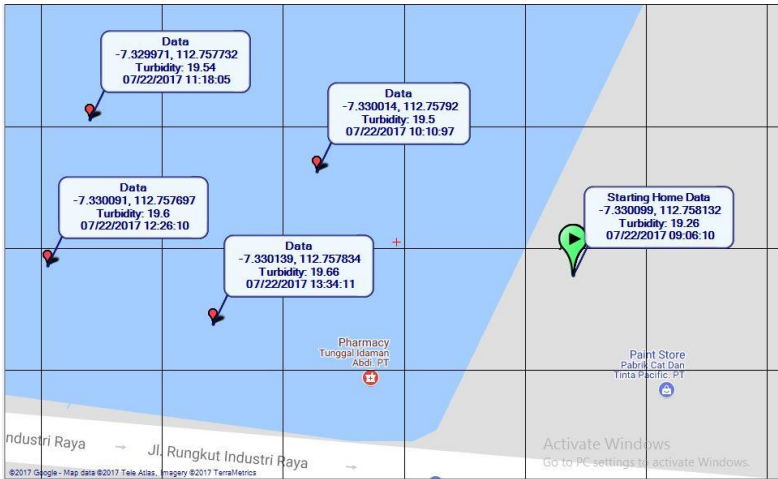
Gambar 4.4 Grafik data turbidity



Gambar 4.5 Hasil monitoring pH



Gambar 4.6 Hasil monitoring suhu



Gambar 4.7 Hasil monitoring turbidity

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

Bab penutup berisi tentang kesimpulan-kesimpulan yang didapatkan selama proses pembuatan Tugas Akhir ini beserta saran- saran untuk perbaikan dan pengembangannya.

5.1 Kesimpulan

Hasil dari pengujian serta analisa data dari Prototipe Robot Amfibi untuk Monitoring Limbah Cair pada Sungai Kawasan Industri, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengukuran pada sensor PH sudah mendekati nilai yang telah diharapkan meskipun terdapat *error* dengan rata-rata 1.47%.
2. Nilai sensor suhu dan Turidity mendapatkan nilai yang sesuai dengan yang diharapkan dengan nilai *error* rata-rata 4.97% untuk sensor suhu dan 2.105% untuk sensor turbidity.
3. Komunikasi data menggunakan Xbee Pro jarak yang dapat di tempuh kurang dari 90 meter untuk *outdoor* dan 50 meter untuk *indoor*.

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan dari *Prototipe* prototipe robot Amfibi ini, maka diberikan beberapa saran sebagai berikut, penambahan sensor DO (*Dissolved Oxygen*) untuk mengukur kadar oksigen pada air dan memerlukan penambahan mekanik untuk melakukan pembersihan pada mata probe sensor pH. Sediakanlah baterai cadangan apabila dalam proses monitoring baterai prototype robot amfibi kehabisan daya,

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ..Media Lingkungan 2014
- [2] ..Zulkarnain, Muhammad Rizqi, Suwito, Tasripan, “Sistem Monitoring Kualitas Air Sungai Dilengkapi dengan *Data Logger* dan Komunikasi *Wireless* Sebagai Media Pengawasan Pencemaran Limbah Cair”, ITS Paper.
- [3]..**PH Meter Kit Sensor (SKU:SEN0161)**,
[http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter\(SKU:_SEN0161\)](http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161)), 2 juni 2017
- [4] ... **LM35**
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/54154/Chapter%20II.pdf;jsessionid=0C4ABA60A07FA88BA672DDB18A1A3859?sequence=3>, 2 Juni 2017
- [5] ...**Turbidity**
<http://www.mouser.com/ds/2/18/AAS-920-616A-Thermometrics-TSD-10-TurbiditySensor--850586.pdf>, 2 Juni 2017
- [6] ...,**Cara Setting Konfigurasi Xbee Pro**,
<http://logicprobe10.wordpress.com/2011/12/03/cara-setting-konfigurasi-x-bee/>, 2 Juni 2017
- [7] ...,**Driver motor L298n**
<http://www.instructables.com/id/How-to-use-the-L298-Motor-Driver-Module-Arduino-Tu/>, 3 Juni 2017
- [8] ...,**Limit Switch**
<http://diditnote.blogspot.co.id/2013/02/limit-switch.html>, 3 juni 2017
- [9].... Amani Fauzi, Kiki Prawiroredjo, “Alat Ukur Kualitas Air Minum dengan Parameter pH, Suhu, Tikat kekeruham, dan Jumlah Padatan Terlarut”, Jurnal Ilmiah Elektro FTI Universitas Trisakti, Vol. 14, No. 1, pp. 49 – 62, Agustus, 2014.
- [10].... Joni Koko, Risanuri Hidaat,Sujoko Sumaryono, “Pengujian Jarak dan Waktu Gabung Protokol IEEE.802.15.4/Zigbee di Lingkungan *Indoor*”, JNTETI, Vol.1, No. 2, Agustus, 2014.

Halaman ini sengaja dikosongkan